



TESIS PM-147501

# **ANALISA RISIKO KETERLAMBATAN PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN DI APARTEMEN TAMAN MELATI SURABAYA**

**MOCH AFIF ROSDIANTO**  
9114202412

**DOSEN PEMBIMBING**  
Dr.Ir. Mokh Suef, M.Sc.(Eng)  
Dr.Ir. Endah Angreni, MT

**DEPARTEMEN MANAJEMEN TEKNOLOGI  
BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK  
FAKULTAS BISNIS DAN MANAJEMEN TEKNOLOGI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2017**



TESIS PM-147501

# **ANALISA RISIKO KETERLAMBATAN PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN DI APARTEMEN TAMAN MELATI SURABAYA**

**MOCH AFIF ROSDIANTO**  
9114202412

**DOSEN PEMBIMBING**  
Dr.Ir. Mokh Suef, M.Sc.(Eng)  
Dr.Ir. Endah Angreni, MT

**DEPARTEMEN MANAJEMEN TEKNOLOGI  
BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK  
FAKULTAS BISNIS DAN MANAJEMEN TEKNOLOGI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2017**



THESIS PM-147501

# **RISK ANALYSIS OF DELAYS IN APARTEMENT DEVELOPMENT PROJECT IN APARTEMENT TAMAN MELATI SURABAYA**

**MOCH AFIF ROSDIANTO**  
9114202412

**SUPERVISOR**  
Dr.Ir. Mokh Suef, M.Sc.(Eng)  
Dr.Ir. Endah Angreni, MT

**DEPARTEMENT OF MANAGEMENT TECHNOLOGY  
FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
SURABAYA  
2017**

## LEMBAR PENGESAHAN

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Magister Manajemen Teknologi (M.MT)  
di  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**MOCH AFIF ROSDIANTO**

**NRP. 9114202412**

Tanggal Ujian : 26 Juli 2017

Periode Wisuda : September 2017

Disetujui oleh:

1. **Dr. Ir. Mokh. Suef, M.Sc (Eng)**  
**NIP. 196506301990031002**

(Pembimbing)

2. **Dr. Ir. Endah Angreni, MT**

(Pembimbing)

3. **Christiono Utomo, ST, MT, Ph.D**  
**NIP. 132303087**

(Penguji)

4. **Prof. Drs. Nur Iriawan, MIKom, Ph.D**  
**NIP. 196210151988031002**

(Penguji)

Dekan Fakultas Bisnis dan Manajemen Teknologi,

  
**Prof. Dr. Ir. Udisubakti Ciptomulyono, M.Eng.Sc**  
**NIP. 195903181987011001**

## **ANALISIS RISIKO KETERLAMBATAN PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN**

Nama : Moch Afif Rosdianto  
NRP : 9114202412  
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Mokh. Suef, M.Sc (Eng).  
Dr. Ir. Endah Angreni, MT.

### **ABSTRAK**

Pada proses pembangunan proyek *hige rise building* terkadang tidak sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan, oleh karena itu sebelum melaksanakan proyek high rise building perlu perencanaan yang matang agar proyek tersebut dapat berjalan dengan lancar, karena sebuah proyek dapat dikatakan berhasil apabila mampu memenuhi tujuan suatu proyek yaitu proyek dapat diselesaikan tepat waktu atau tidak mengalami keterlambatan. Pada pembangunan apartemen Taman Melati Surabaya telah direncanakan dengan penyelesaian proyek selama 2 tahun, akan tetapi realisasi saat pembangunannya tidak sesuai dengan yang direncanakan, karena banyaknya faktor yang menghambat pengerjaan proyek, yang mengakibatkan keterlambatan pada proyek tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis risiko pada keterlambatan pembangunan proyek Apartemen Taman Melati Surabaya, dengan cara mengidentifikasi faktor penyebab dan dampak yang akan terjadi serta mendapatkan tindakan mitigasi terkait keterlambatan proyek.

Metode yang digunakan untuk menganalisis penyebab dan dampak dengan menggabungkan Metode *Fault Tree Analysis (FTA)* yang digunakan untuk mencari nilai probabilitas dari penyebab keterlambatan dan Metode *Event Tree Analysis (ETA)* yang digunakan untuk mencari konsekuensi skenario dampak pada keterlambatan.

Probabilitas keterlambatan yang didapat dari hasil analisis FTA adalah sebesar 0.7342. Dari hasil analisis berdasarkan data primer yang didapat, penyebab utama yang paling dominan menyebabkan keterlambatan adalah metode pelaksanaan pekerjaan oleh kontraktor yang tidak tepat dan hasil evaluasi/ceklis pekerjaan yang dilakukan oleh manajemen konstruksi belum bisa dikerjakan dengan masing-masing probabilitas sebesar 0.6. Hasil ini merupakan suatu input data dalam analisis ETA. Dari hasil analisis ETA, skenario dampak yang mempunyai tingkat risiko "*high*" adalah *iniating event* keterlambatan yang diakibatkan oleh kontraktor dan mitigasi yang dapat dilakukan adalah mitigasi yang memiliki nilai konsekuensi tertinggi yakni adanya perencanaan dan pengontrolan yang terstruktur dengan baik.

**Kata Kunci :** *High Rise Building, Fault Tree Analysis, Event Tree Analysis, Penyebab, dan Dampak Keterlambatan*

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

## ***RISK ANALYSIS OF DELAYS IN APARTEMENT DEVELOPMENT PROJECT***

Nama : Moch Afif Rosdianto  
NRP : 9114202412  
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Mokh. Suef, M.Sc (Eng).  
Dr. Ir. Endah Angreni, MT.

### ***ABSTRACT***

*In the construction process of a high rise building project, sometimes it does not match with the schedule which has already set. Therefore, before implementing a high rise building project needs careful planning so that the project can run smoothly, because a project can be said successful if able to meet the objectives of a project that is the project can be completed on time or not experiencing delays. In the construction of Taman Melati Surabaya apartment, it has been planned with the completion of the project for 2 years, but the realization is not in accordance with the planned, because of many obstruction factors which affect delay of this project. The purpose of this study is to analyze the risk on the delay in the construction of Taman Melati Surabaya Apartment project by identifying the cause and effect that will occur and get the mitigation action related to the delay of the project.*

*The method used in this study is Bow Tie Analysis which is used to analyze causes and effects by combining the Fault Tree Analysis (FTA) method which is used to find the probability value from the cause of the delay and the Event Tree Analysis (ETA) method which is used to look for consequences from the impact scenario of the delay.*

*A retardment probability whom on behalf from FTA analysis is 0.7342. Which can be described the first incitement that causing a major retardments are contractor is not doing a work implementation methode precisely and a Construction Management's decision to hold the work because the check list result is showing not workable yet, with each probability of 0.6. This result is being a data input for ETA Analysis. From the result of ETA Analysis, the impact scenario who has a "high risk" level is retardment iniating event that caused by contractor and the worth workable mitigation to handle this kind of level risk is that has the highest consequence value which is a great structural planning and controlling system*

***Keywords:*** *High Rise Building, Fault Tree Analysis, Event Tree Analysis,, Cause and effect of delay*

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tesis ini dengan baik dan lancar sesuai prosedur yang ditetapkan. Laporan penelitian tugas akhir ini berjudul “Analisis Risiko Keterlambatan Proyek Pembangunan Apartemen”.

Dalam proses penulisan tesis serta penyelesaian studi S2 di MMT ITS, penulis banyak mendapatkan bantuan baik dalam bentuk kritik, saran, dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu sudah sepantasnya penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kepada kedua orang tua penulis, untuk do’a, kasih sayang, perhatian, dukungan serta kesabaran yang selama ini telah diberikan kepada penulis
2. Bapak Mokh. Suef, Ibu Endah Angreni dan Bapak Machsus selaku pembimbing dalam penyusunan tesis ini yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan ilmu yang telah dibagikan kepada penulis, sehingga menambah pengetahuan serta wawasan penulis.
3. Rekan-rekan seperjuangan dari kelas MP Genap 2015 (Mas Dodo, Mas Endhy, Pak Giri, Pak Tugiman, Mas Ary, Pak Suluh, Mas Arif, Mas Ramdhan, Mas Wahyu, Daniel, Pak Agus, dan Mas Gadri) yang telah memberikan nuansa kekeluargaan seperti saudara sendiri, dengan tidak henti-hentinya mengingatkan penulis untuk menyelesaikan Tesis ini, sehingga penulis termotivasi dalam menyelesaikan studi ini.
4. Mas Wahyu, Mas Ramdhan, Mas Rangga (rekan kerja di MK proyek Taman Melati Surabaya) sebagai teman diskusi yang telah membagi ilmu sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tesis ini.
5. Segenap Tim MK dari PT. Grahasindo Cipta Pratama “proyek Taman Melati Surabaya” yang telah mendukung penuh dan memberikan ksediaan waktu serta kelonggaran pekerjaan sehingga penulis fokus dalam menyelesaikan Tesis ini.
6. Segenap Staf dan pengelola MMT yang telah menjadikan suasana perkuliahan yang kondusif untuk pengembangan keilmuan.

Penulis menyadari dalam penyusunan tesis ini masih terdapat kekurangan yang perlu dilengkapi dan disempurnakan. Oleh karena itu penulis mengharapkan masukan dan saran yang membangun demi kesempurnaan tesis ini. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Surabaya, Juli 2017

Moch Afif Rosdianto

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ABSTRAK .....	i
<i>ABSTRACT</i> .....	iii
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
BAB 1 .....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Batasan Masalah .....	4
BAB 2 .....	5
TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI .....	5
2.1 Keterlambatan Proyek .....	5
2.1.1 Klasifikasi Keterlambatan Konstruksi .....	5
2.1.2 Penyebab Keterlambatan Konstruksi .....	6
2.1.3 Dampak Keterlambatan Konstruksi .....	9
2.2 Manajemen Resiko .....	10
2.2.1 Penilaian Resiko ( <i>Risk Assesment</i> ) .....	10
2.3 <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i> .....	11
2.4 Event Tree Analysis (ETA) .....	16
2.5 Review Penelitian Sebelumnya .....	18
2.5.1 Penelitian yang terkait tentang keterlambatan proyek .....	18
2.5.2 Penelitian yang terkait tentang pendekatan manajemen risiko .....	21
2.5.3 Posisi Penelitian .....	22
BAB 3 .....	23
METODOLOGI PENELITIAN .....	23

3.1	Diagram Alir Penelitian .....	23
3.2	Konsep Penelitian .....	24
3.3	Pengumpulan Data .....	25
3.3.1	Studi Literatur .....	25
3.3.2	Studi Lapangan .....	25
3.4	Analisis data dan Pembahasan .....	26
3.4.1	Identifikasi dan Analisis penyebab risiko keterlambatan .....	26
3.4.2	Identifikasi dan Analisis skenario dampak dan efek risiko keterlambatan .....	31
3.4.3	Analisis Tingkat Risiko .....	33
BAB 4	.....	35
ANALISIS DAN PEMBAHASAN	.....	35
4.1	Pengumpulan data .....	35
4.2	Identifikasi penyebab keterlambatan .....	38
4.3	Analisis faktor penyebab keterlambatan menggunakan FTA .....	39
4.3.1	Faktor keterlambatan yang di sebabkan oleh <i>Owner</i> .....	39
4.3.2	Faktor keterlambatan yang di sebabkan oleh Manajemen Konstruksi ....	43
4.3.3	Faktor keterlambatan yang di sebabkan oleh Kontraktor .....	45
4.3.4	Faktor keterlambatan yang di sebabkan oleh lingkungan dan sekitar .....	53
4.3.5	Kombinasi <i>Basic Event</i> .....	54
4.4	Analisis skenario dampak keterlambatan menggunakan ETA .....	68
4.4.1	Probabilitas dan konsekuensi Pivotal Event .....	70
4.5	Analisis Tingkat Risiko .....	76
BAB V	.....	82
KESIMPULAN DAN SARAN	.....	83
5.1	Kesimpulan .....	83
5.2	Saran .....	85
DAFTAR PUSTAKA	.....	86

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Simbol-simbol <i>fault tree</i> .....	13
Tabel 2.2. Istilah dalam <i>event tree analysis</i> .....	17
Tabel 3.1. Basic event dari penyebab keterlambatan.....	28
Tabel 3.2. Kriteria rating probabilitas.....	30
Tabel 3.3. Kriteria rating konsekuensi .....	33
Tabel 3.4 Risk Matrix .....	34
Tabel 4.1. Progress pekerjaan struktur periode 28 mei 2017 s/d 03 Juni 2017 ....	37
Tabel 4.2. Progress pekerjaan arsitek periode 28 mei 2017 s/d 03 Juni 2017 .....	37
Tabel 4.3. Kriteria rating probabilitas.....	54
Tabel 4.4 Probabilitas tiap <i>basic event</i> .....	55
Tabel 4.5 <i>Minimal Cut Set</i> peristiwa terlambatnya pengambilan tindakan oleh owner.....	58
Dari Gambar 4.20 Bisa didapat perhitungan kombinasi <i>minimal cut set</i> dengan persamaan sebagai berikut : .....	60
Tabel 4.6 <i>Minimal Cut Set</i> peristiwa kurangnya pengawasan yang dilakukan oleh Manajemen Konstruksi .....	60
Tabel 4.7 <i>Minimal Cut Set</i> peristiwa pelaksanaan pekerjaan oleh Kontraktor tidak berjalan lancar .....	61
Tabel 4.8 <i>Minimal Cut Set</i> peristiwa terhambatnya pekerjaan oleh kondisi lingkungan dan sekitarnya .....	66
Tabel 4.9. <i>Pivotal event</i> pada <i>initiating event</i> keterlambatan oleh <i>Owner</i> .....	69
Tabel 4.10. <i>Pivotal event</i> pada <i>initiating event</i> keterlambatan oleh Manajemen Konstruksi. ....	69
Tabel 4.11. <i>Pivotal event</i> pada <i>initiating event</i> keterlambatan oleh Kontraktor...	69
Tabel 4.12. <i>Pivotal event</i> pada <i>initiating event</i> keterlambatan oleh Kondisi lingkungan sekitar .....	70
Tabel 4.13. Kriteria rating konsekuensi .....	70
Tabel 4.14. Probabilitas dan konsekuensi pada <i>Initiating Event</i> (Owner).....	71

Tabel 4.15. Probabilitas dan konsekuensi pada <i>Initiating Event</i> (Manajemen Konstruksi) .....	71
Tabel 4.16. Probabilitas dan konsekuensi pada <i>Initiating Event</i> (Kontraktor).....	71
Tabel 4.17. Probabilitas dan konsekuensi pada <i>Initiating Event</i> (kondisi lingkungan sekitar) .....	72
Tabel 4.18 Kriteria risk matrix .....	76
Tabel 4.19 Rating frekuensi untuk <i>risk matrix</i> .....	77
Tabel 4.20 Tingkat risiko <i>outcome</i> dari keterlambatan yang diakibatkan oleh <i>Owner</i> . ....	78
Tabel 4.21 Tingkat risiko dari <i>outcome</i> keterlambatan yang diakibatkan oleh Manajemen Konstruksi.....	79
Tabel 4.22 Tingkat risiko dari <i>outcome</i> keterlambatan yang diakibatkan oleh Kontraktor.....	80
Tabel 4.23 Tingkat risiko dari <i>outcome</i> keterlambatan yang diakibatkan oleh Kondisi lingkungan sekitar .....	81

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Master Schedule Pekerjaan dalam Bulanan .....	2
Gambar 2.1. Event tree diagram .....	17
Gambar 3.1 Diagram Alir .....	23
Gambar 4.1. Desain Apartemen Taman Melati Surabaya @MERR .....	35
Gambar 4.2. <i>Intermediate event utama</i> untuk empat faktor penyebab keterlambatan proyek pembangunan apartemen .....	39
Gambar 4.3 Diagram FTA Terlambatnya pengambilan tindakan oleh <i>Owner</i> .....	40
Gambar 4.4 Diagram FTA terlambatnya <i>owner</i> dalam mengambil keputusan ....	41
Gambar 4.5 Diagram FTA terlambatnya <i>owner</i> dalam melakukan pembayaran .	42
Gambar 4.6 Diagram FTA terkendala komunikasi kepada pihak terkait .....	42
Gambar 4.7 Diagram FTA Kurangnya pengawasan yang dilakukan oleh Manajemen Konstruksi.....	43
Gambar 4.8 Diagram FTA kurangnya pengawasan terhadap desain.....	44
Gambar 4.9 Diagram FTA Kurangnya pengontrolan terhadap pekerjaan .....	44
Gambar 4.10 Diagram FTA Pelaksanaan pekerjaan oleh kontraktor tidak berjalan lancar .....	46
Gambar 4.11 Diagram FTA kurang matangnya perencanaan dan pengontrolan oleh kontraktor .....	47
Gambar 4.13 Diagram FTA terjadinya kesalahan pada desain.....	48
Gambar 4.14 Diagram FTA Kurang optimalnya tenaga kerja.....	49
Gambar 4.15 Diagram FTA ketersediaan dan kualitas material kurang memadai	50
Gambar 4.16 Diagram FTA Ketersediaan dan optimalisasi peralatan kurang memadai .....	50
Gambar 4.17 Diagram FTA kurang mendukungnya karakteristik lahan proyek..	51
Gambar 4.18 Diagram FTA buruknya sistem manajemen kotraktor.....	52
Gambar 4.19 Diagram FTA terlambatnya pekerjaan oleh kondisi lingkungan dan sekitarnya.....	53
Gambar 4.20 Diagram FTA Kode B.....	59
Gambar 4.21 Diagram FTA Kode C.....	61

Gambar 4.22 Diagram FTA Kode C1 .....	63
Gambar 4.23 Diagram FTA Kode C2 .....	64
Gambar 4.24 Diagram FTA Kode C3 .....	65
Gambar 4.25 Diagram FTA Kode D .....	66
Gambar 4.26. Grafik perbandingan probabilitas <i>minimal cut set</i> dari tiap <i>intermediate event</i> utama .....	67
Gambar 4.27 Diagram ETA dengan <i>initiating event</i> ( <i>Owner</i> ) .....	73
Gambar 4.28 Diagram ETA dengan <i>initiating event</i> (Manajemen Konstruksi)....	74
Gambar 4.29 Diagram ETA dengan <i>initiating event</i> (Kontraktor).....	75
Gambar 4.30 Diagram ETA dengan <i>initiating event</i> (Kondisi lingkungan sekitar) .....	76



# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

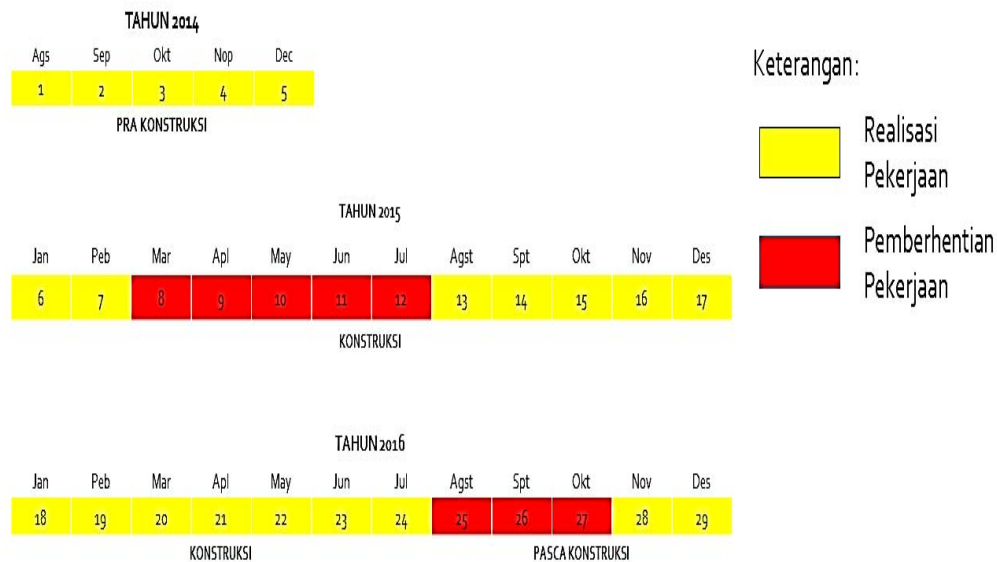
Pada bab ini akan dijelaskan mengenai latar belakang masalah yang menjadi dasar dalam penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup yang berisi batasan dan asumsi yang digunakan dalam penelitian, serta manfaat yang akan dicapai dalam penelitian ini.

### **1.1 Latar Belakang**

Pada awal tahap pembuatan sebuah proyek terdapat suatu perjanjian/kontrak antara pihak *owner*, konsultan, dan kontraktor, yang berisikan biaya yang dikeluarkan, spesifikasi, dan waktu yang disepakati dalam menyelesaikan pembangunan proyek, yang artinya proyek harus diselesaikan sebelum atau tepat pada waktu yang telah ditentukan (Rosdianto,2014). Menurut Pramulia dan Adi (2015) Sebuah proyek dapat dikatakan berhasil apabila mampu memenuhi tujuan suatu proyek yaitu proyek dapat diselesaikan tepat waktu atau tidak mengalami keterlambatan. Keterlambatan dalam menyelesaikan suatu proyek dapat menghambat bahkan dapat menyebabkan terhentinya kegiatan proyek tersebut. Untuk itu, sebelum melaksanakan proyek konstruksi perlu perencanaan yang matang agar proyek tersebut dapat berjalan dengan lancar. Keterlambatan konstruksi dapat didefinisikan sebagai penyelesaian pembangunan dalam memenuhi target waktu pengerjaan melebihi tanggal yang telah disepakati oleh seluruh pihak (Assaf dan Al-Hejji 2006).

Pembangunan Apartemen Taman Melati di Surabaya merupakan proyek pembangunan dengan pengembang PT. Adhi Persada Properti. Pembangunan apartemen ini dimulai pada akhir tahun 2014 dan direncanakan selesai pada akhir tahun 2016, akan tetapi realisasi proses pembangunannya masih berjalan hingga saat ini dan mengakibatkan keterlambatan pembanguan. Banyak sekali faktor-faktor yang terjadi dilapangan yang menghambat berjalannya pembangunan proyek ini. Mulai dari demo warga sekitar yang mengakibatkan berhentinya proses pembangunan selama 5 bulan pada bulan maret sampai

dengan juli tahun 2015, dan pada bulan agustus hingga oktober 2016 sempat mengalami pemberhentian kembali pada proses pembangunan dikarenakan kurang kuatnya pendanaan pembangunan proyek, sehingga kontraktor Adhi persada gedung tidak melanjutkan kembali pembangunan proyek ini, dan akhirnya langsung diambil alih oleh induk perusahaan yaitu PT. Adhi Karya untuk melanjutkan kembali pembangunan proyek Apartemen Taman melati ini. Dengan adanya berbagai faktor-faktor penghambat pembangunan proyek yang mengakibatkan keterlambatan. Pada Gambar 1.1 dibawah ini merupakan ringkasan master schedule pembangunan apartemen taman melati surabaya.



Gambar 1.1 Master Schedule Pekerjaan dalam Bulanan

Dengan adanya berbagai faktor-faktor penghambat pembangunan proyek yang mengakibatkan keterlambatan ini, maka perlu dilakukan evaluasi dan analisis mendalam yang berdasarkan analisis dan ilmiah terkait keterlambatan proyek pada pembangunan apartemen taman melati surabaya. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis risiko pada keterlambatan pembangunan proyek Apartemen Taman Melati Surabaya, dengan cara mengidentifikasi faktor penyebab dan dampak yang akan terjadi serta mendapatkan usulan tindakan mitigasi terkait keterlambatan proyek dengan menggunakan metode pendekatan

manajemen risiko. Dan untuk mengidentifikasi penyebab dan dampak pada kegagalan risiko dengan Metode *Fault Tree Analysis (FTA)* dan Metode *Event Tree Analysis (ETA)* Dalam penelitian ini, metode *FTA* digunakan untuk menganalisis faktor-faktor penyebab mengapa keterlambatan pada sebuah proyek dapat terjadi,. Sedangkan Metode *ETA* digunakan untuk menganalisis skenario dampak yang akan terjadi dan mendapatkan mitigasi dari skenario dampak pada keterlambatan proyek. Dengan adanya Metode ini diharapkan dapat menjelaskan secara detail analisis penyebab dan dampak secara jelas dan mudah dipahami

Pada penelitian ini dengan menggunakan metode manajemen risiko diharapkan dapat menganalisis faktor-faktor penyebab terjadinya keterlambatan serta didapat faktor yang tertinggi dan terendah yang mempengaruhi keterlambatan dan membuat skenario dampak akibat keterlambatan serta memperoleh mitigasi keterlambatan proyek pembangunan Apartement Taman Melati Surabaya.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Permasalahan yang diangkat dalam Tesis ini adalah:

1. Seberapa besar probabilitas keterlambatan proyek pembangunan apartemen taman melati Surabaya serta faktor apa saja yang dominan menjadi penyebab keterlambatan?
2. Bagaimana skenario dampak pada keterlambatan proyek, dan tingkat risiko yang paling tinggi dari kejadian skenario dampak keterlambatan pembangunan apartemen taman melati Surabaya berdasarkan probabilitas frekuensi kejadian dan dampak risiko?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan probabilitas keterlambatan proyek pembangunan apartemen taman melati Surabaya serta memperoleh faktor yang dominan menjadi penyebab keterlambatan.

2. Mendapatkan skenario dampak pada keterlambatan proyek, dan tingkat risiko yang paling tinggi dari kejadian skenario dampak keterlambatan pembangunan apartemen taman melati Surabaya berdasarkan probabilitas frekuensi kejadian dan dampak risiko

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah diharapkan:

1. Dapat memberikan evaluasi dan solusi tentang keterlambatan pembangunan proyek kepada pihak yang terkait akan proyek pembangunan apartemen taman melati Surabaya.
2. Dapat memberikan referensi dan bukti empiris bagi akademisi sebagai kontribusi ilmiah tentang studi keterlambatan pembangunan proyek menggunakan pendekatan metode manajemen risiko dengan menggabungkan Metode), *Fault Tree Analysis (FTA)* dan Metode *Event Tree Analysis (ETA)*.

#### **1.5 Batasan Masalah**

Untuk memperjelas permasalahan thesis ini, maka perlu adanya ruang lingkup pengujian atau asumsi-asumsi sebagai berikut:

1. Obyek penelitian ini adalah pembangunan Apartement Taman Melati Surabaya.
2. Mencari faktor-faktor penyebab dan scenario dampak keterlambatan proyek.
3. Metode untuk mencari faktor penyebab keterlambatan proyek adalah *FTA (Fault Tree Analysis)*, dan metode untuk menganalisis skenario dampak dari keterlambatan proyek adalah *ETA (Event Tree Analysis)*.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI**

#### **2.1 Keterlambatan Proyek**

Assaf dan al hejji (2004) mendefinisikan keterlambatan sebagai penambahan waktu melebihi tanggal penyelesaian yang disetujui didalam sebuah kontrak atau melebihi tanggal penyelesaian suatu proyek yang sudah disetujui oleh semua pihak yang terlibat didalamnya. Haseeb et.al. (2011) juga menjelaskan bahwa keterlambatan dalam pengerjaan proyek konstruksi merujuk pada meningkatnya biaya yang terjadi karena waktu pengerjaan menjadi lebih lama, peningkatan biaya tenaga kerja serta peningkatan biaya bahan bangunan. Sedangkan menurut Putra. (2014), keterlambatan proyek sering kali menjadi sumber perselisihan dan tuntutan antara pemilik proyek dan kontraktor, sehingga akan menjadi sangat mahal nilainya baik ditinjau dari segi pemilik maupun dari segi kontraktor. Dari segi kontraktor, kontraktor akan terkena denda penalti sesuai dengan kontrak, disamping itu kontraktor juga akan mengalami tambahan biaya *overhead* selama proyek masih berlangsung. Sedangkan, dari segi pemilik proyek keterlambatan proyek akan membawa dampak pengurangan pemasukan karena penundaan pengoperasian fasilitasnya.

##### **2.1.1 Klasifikasi Keterlambatan Konstruksi**

Menurut Popescu dan Charoengam (1995), apabila dilihat berdasarkan tanggung jawabnya, keterlambatan dapat diklasifikasikan menjadi *excuseable delay*, *non- excuseable delay*, dan *concurrent delay*.

1. Keterlambatan yang tidak dapat dimaafkan (*Non Excusable Delays*).  
*Non Excusable Delays* adalah keterlambatan yang diakibatkan oleh tindakan, kelalaian, atau kesalahan kontraktor
2. Keterlambatan yang dapat dimaafkan (*Excusable Delays*). *Excusable Delays* adalah keterlambatan yang disebabkan oleh kejadian- kejadian diluar kendali baik pemilik maupun kontraktor. Pada kejadian ini, kontraktor mendapatkan kompensasi berupa perpanjangan waktu saja.

3. Keterlambatan yang layak mendapat ganti rugi (*Compensable Delays*).  
*Compensable Delays* adalah keterlambatan yang diakibatkan tindakan, kelalai atau kesalahan pemilik. Pada kejadian ini, kontraktor biasanya mendapatkan kompensasi berupa perpanjangan waktu dan tambahan biaya operasional yang perlu selama keterlambatan pelaksanaan tersebut.

### 2.1.2 Penyebab Keterlambatan Konstruksi

Menurut Barie (1984), keterlambatan disebabkan oleh pihak-pihak berbeda, yaitu:

1. Pemilik atau wakilnya (*delay caused by owner*).  
Bila pemilik atau wakilnya menyebabkan suatu keterlambatan, misalkan karena terlambat pemberian gambar kerja atau keterlambatan dalam memberikan persetujuan terhadap gambar, maka umumnya kontraktor akan diperkenankan untuk mendapatkan tuntutan yang sah untuk mendapatkan kompensasi ekstranya.
2. Keterlambatan yang disebabkan oleh kontraktor (*contractor caused delay*).  
Keterlambatan semacam ini umumnya akan berakibat tidak diberikannya perpanjangan waktu dan tidak ada pemberian suatu kompensasi tambahan. Sesungguhnya pada situasi yang ekstrim maka hal-hal ini akan menyebabkan terputusnya ikatan kontrak.
3. Keterlambatan oleh pihak ketiga yang diperkenankan (*excusable thirdparty delay*).

Sering terjadi keterlambatan yang disebabkan oleh kekuatan yang berbeda diluar jangkauan pengendalian pihak pemilik atau kontraktor. Contohnya yang tidak dipersoalkan lagi diantaranya adalah kebakaran, banjir, gempa bumi dan hal yang lain disebut sebagai “tindakan Tuhan Yang Maha Kuasa”. Hal-hal lainnya yang sering kali menjadi masalah perselisihan meliputi pemogokan, embargo untuk pengangkutan, kecelakaan dan keterlambatan dalam menyerahkan yang bisa dimengerti. Termasuk pula yang tidak dimasukkan dalam kondisi yang telah ada pada saat penawaran dilakukan dan keadaan cuaca buruk. Dalam hal ini dapat

disetujui, tipe keterlambatan dari tipe-tipe ini umumnya menghasilkan perpanjangan waktu namun tidak disertai dengan kompensasi tambahan.

Haseeb et.al. (2011) melakukan sebuah penelitian mengenai keterlambatan proyek konstruksi yang ditinjau dari empat faktor utama yaitu kontraktor, pemilik proyek, konsultan, dan faktor eksternal. Dan 10 faktor utama yang menyebabkan keterlambatan proyek konstruksi yang berhubungan dengan pemilik proyek, yaitu Kemampuan keuangan / pengaturan keuangan untuk proyek, Hubungan kerja sebelumnya, Kategori perusahaan (Publik, Swasta), Prioritas waktu penyelesaian konstruksi, penentuan urutan penyelesaian proyek, terjadinya kemungkinan perubahan pada desain awal, persepsi yang tidak jelas akan permintaan, ketidak pastian tentang ketentuan material, terlambatnya pengambilan keputusan, keterlambatan dalam pembayaran tagihan. Haseeb membentuk 4 faktor utama penyebab keterlambatan proyek konstruksi berhubungan dengan kontraktor, yaitu aliran dana dari kontraktor, kesesuaian manajemen, pengalaman kontraktor dan sub-kontraktor yang tidak bisa diandalkan. 7 faktor utama yang menyebabkan keterlambatan proyek konstruksi yang berhubungan dengan konsultan, yaitu kelengkapan dan ketepatan waktu informasi proyek, kemampuan desain bangunan, penyisihan waktu untuk berkomunikasi, hubungan kerja sebelumnya, prioritas pada waktu konstruksi, melupakan beberapa detail dalam desain, dan tidak sepenuhnya memahami kebutuhan pemilik proyek. Kemudian keterlambatan yang disebabkan oleh eksternal terdapat 7 faktor eksternal yang menyebabkan keterlambatan proyek konstruksi, yaitu pihak berwenang (gas, air, dll), peraturan yang berlaku, cuaca, bencana alam, hujan, perubahan peraturan pemerintah dan undang-undang, serta pengaruh kondisi tanah.

Pada penelitian Assaf dan Al-Hejji (2006) tentang penyebab-penyebab keterlambatan proyek-proyek konstruksi di Arab Saudi. Dalam penelitiannya mereka mengidentifikasi 73 faktor-faktor penyebab keterlambatan yang dikelompokkan ke dalam sembilan kategori yaitu faktor terkait proyek, pemilik proyek, kontraktor, konsultan, desain, material, peralatan, tenaga kerja, dan terkait faktor external. Hasil dari data survey yang dilakukan kepada 23 kontraktor, 19

konsultan, dan 15 pemilik proyek, 76% kontraktor dan 56% konsultan menunjukkan bahwa rata-rata *time overrun* pada proyek adalah sekitar 10%-30% dari durasi awalnya. Pada penelitian ini penyebab keterlambatan yang paling umum adalah “perubahan permintaan (*change order*) selama pembangunan konstruksi.

Sambasivan dan Soon (2007) melakukan penelitian tentang penyebab dan dampak keterlambatan pada proyek konstruksi di Malaysia. penelitian ini mendistribusikan kuisioner kepada pemilik proyek, konsultan, dan kontraktor dengan total 150 responden berpartisipasi dalam survey ini. Hasil dari penelitian mendapatkan 10 faktor utama penyebab keterlambatan pada proyek-proyek di Malaysia antara lain: Perencanaan kontraktor tidak tepat, lemahnya manajemen lapangan oleh kontraktor, pengalaman kontraktor yang kurang memadai, pembayaran dan keuangan dari pemilik proyek yang tidak memadai, masalah dengan subkontraktor, kekurangan material, kurangnya tenaga kerja, ketersediaan dan kegagalan material, kurangnya komunikasi antara pihak-pihak terkait dan terjadinya kesalahan selama tahap konstruksi.

Taha et.al, (2016) melakukan studi pada proyek konstruksi di Mesir dengan tujuan untuk mengetahui penyebab utama keterlambatan dalam proyek konstruksi. Studi ini mengidentifikasi 63 faktor-faktor keterlambatan dengan mengelompokkan 10 kategori yaitu, faktor terkait proyek, pemilik proyek, kontraktor, konsultan, subkontraktor, kontrak, material, peralatan, tenaga kerja, dan terkait faktor external. Dalam penelitian ini, penulis menemukan bahwa ada lima faktor penting yang mempengaruhi keterlambatan proyek konstruksi adalah Keterlambatan pembayaran termin dari pemilik proyek, pengelolaan dan pengawasan lokasi yang buruk oleh kontraktor, kurangnya tenaga kerja berkualitas, Kesulitan dalam Proyek pembiayaan oleh kontraktor, dan perencanaan dan penjadwalan proyek yang tidak efektif oleh kontraktor.

Berdasarkan penelitian Kamaruzzaman (2011) tentang penelitian studi keterlambatan penyelesaian proyek konstruksi mendapatkan Faktor-faktor yang menjadi penyebab utama yang mempengaruhi keterlambatan penyelesaian proyek jalan beton di Kota Pontianak adalah faktor sosial dan budaya, faktor bahan dan



faktor cuaca. Faktor bahan terdiri dari kenaikan harga bahan, kelangkaan material dan kekurangan bahan.

Faridi, et.al (2006) melakukan penelitian faktor penyebab keterlambatan proyek konstruksi yang paling signifikan di Uni Emirat Arab. Pada penelitian ini terdapat 93 responden dari ahli konstruksi di Uni Emirat Arab berpartisipasi pdalam survey penelitian ini. hasil dari survey penelitian ini mendapatkan penyebab utama keterlambatan yaitu persiapan dan persetujuan gambar yang kurang matang, lambatnya pengambilan keputusan oleh pemilik, perencanaan awal yang kurang baik, serta keterampilan dan produktivitas tenaga kerja yang kurang terampil menjadi penyebab utama keterlambatan yang terjadi di Uni Emirat Arab.

### **2.1.3 Dampak Keterlambatan Konstruksi**

Menurut Pourrostan dan Ismail (2011) berdasarkan penelitian tentang faktor penyebab dan dampak keterlambatan proyek konstruksi di Iran mendapatkan 6 efek utama yang akan ditimbulkan akibat dari keterlambatan proyek yaitu kelebihan waktu (*time overrun*), kelebihan biaya (*cost overrun*), perselisihan (*dispute*), arbitrase (*arbitration*), pemberhentian proyek, proses perkara (*litigation*).

Berdasarkan penelitian Motaleb dan Kishk (2010) pada penelitiannya di UEA tentang penyebab dan dampak keterlambatan proyek, dari proyek-proyek yang berada di UEA dampak utama yang diakibatkan oleh keterlambatan adalah Kelebihan waktu (*time overrun*) dan Kelebihan biaya (*cost overrun*).

Menurut Haseeb et.al (2011) pada penelitiannya tentang permasalahan dan dampak akibat keterlambatan proyek di pakistan, bahwa konsekuensi keterlambatan untuk berbagai pihak akan berbeda. apabila konsekuensi keterlambatan umum adalah hilangnya kekayaan/biaya, waktu dan kapasitas. Sedangkan konsekuensi keterlambatan bagi pemilik berarti hilangnya pendapatan dan tidak tersedianya fasilitas, dan konsekuensi pada kontraktor berarti hilangnya uang untuk pengeluaran ekstra untuk peralatan dan bahan dan mempekerjakan tenaga kerja dan kehilangan waktu.

Sedangkan menurut Shubham (2013) keterlambatan proyek akan menimbulkan dampak seperti kenaikan biaya proyek, naiknya risiko pasar, turunnya efisiensi secara keseluruhan, naiknya waktu kerja pekerja untuk mengejar keterlambatan dan terlambatnya produksi .

## **2.2 Manajemen Risiko**

Resiko mempengaruhi besarnya deviasi tujuan suatu proyek (rencana) dengan raealisasinya di lapangan (*Raftery*, 1986). Resiko dapat terjadi pada semua proyek konstruksi, resiko tidak bisa diabaikan namun resiko dapat dikurangi, dipindahkan pada pihak lainnya dan dapat dikontrol, namun resiko tidak dapat diabaikan begitu saja. Maka untuk memahami resiko dan sistematis cara menganalisis, mitigasi dan mengotrolnya secara sistematis agar tujuan proyek dalam lingkup biaya, waktu dan kualitas dapat tercapai.

Berdasarkan PMBOK (2008) Manajemen risiko menyoroti berbagai tindakan, mengidentifikasi (*Risk Indentification*), menilai (*Risk Assessment*), pengontrolan dan meminimalkan risiko (*Risk minimise and control*) yang mungkin terjadi. Tujuan diadakannya manajemen risiko dalam penilaian proyek adalah untuk suatu proses evaluasi pengoptimalan tujuan dari sasaran proyek. Sebagian dari hasil ini mungkin berlawanan dari perencanaan semula. Pendekatan yang diambil dari penilaian proyek akan membantu manajer proyek didalam proses pengambilan keputusan.

### **2.2.1 Penilaian Risiko (*Risk Assesment*)**

Berdasarkan penjelasan dalam *Det Norske Veritas* (2002) terminologi untuk studi resiko diantaranya adalah :

- Analisis resiko - estimasi resiko dari kegiatan dasar yang dilakukan.
- Penilaian resiko - *review* untuk penerimaan berdasarkan perbandingan dengan standar resiko atau kriteria resiko, dan pengadilan berbagai langkah pengurangan resiko.

- Manajemen resiko - proses pemilihan langkah-langkah pengurangan resiko yang tepat dan menerapkannya dalam pengelolaan kegiatan.

Langkah pertama dari *Risk assessment* adalah untuk mengidentifikasi bahaya yang hadir. Mengurangi ukuran resiko diperkenankan jika resiko melebihi "kriteria penyaringan". Setelah langkah- langkah yang diperlukan telah diidentifikasi, persyaratan fungsional dari langkah- langkah ini harus didefinisikan. Secara umum, pendekatan kualitatif adalah untuk menerapkan tingkat penilaian dari wawasan (tuntutan sumber daya dan keahlian tambahan tidak dibutuhkan). Sebaliknya pendekatan kuantitatif yang paling menuntut pada sumber daya dan keahlian, tetapi berpotensi memberikan pemahaman yang paling rinci dan memberikan dasar terbaik sehingga pengeluaran yang signifikan yang terlibat. Pendekatan Semi-kuantitatif terletak antara dua pendekatan ini.

*Risk assessment* saat ini merupakan teknologi yang telah terbukti bagi operator untuk mengatasi bahaya yang lebih besar dengan cara yang terstruktur, dan untuk memastikan resiko telah dikurangi ke tingkat biaya yang sesuai secara efektif.

### 2.3 *Fault Tree Analysis (FTA)*

*Fault tree analysis* pertama kali diperkenalkan di Laboratorium Bell dan merupakan salah satu metode yang paling banyak digunakan dalam sistem keandalan, pemeliharaan, dan analisis keselamatan. FTA merupakan prosedur deduktif yang digunakan untuk menentukan berbagai kombinasi *hardware* dan *software* serta kegagalan manusia (disebut *top event*) sebagai tingkatan dalam sistem FTA (Kocecioglu, 1991).

Menurut Rosyid (2007), *fault tree analysis* adalah sebuah metode untuk mengidentifikasi semua sebab yang mungkin (kegagalan komponen atau kejadian kegagalan lainnya yang terjadi sendiri atau bersama-sama) menyebabkan kegagalan sistem dan memberi pijakan perhitungan peluang kejadian kegagalan tersebut. FTA dapat dipakai untuk

kasus dengan kombinasi kegagalan komponen, sehingga FTA cocok dipakai untuk sistem dengan redundansi.

Sedangkan menurut Kocecioglu (1991), FTA merupakan suatu analisis pohon kesalahan secara sederhana yang dapat diuraikan sebagai suatu teknik analitis. Pohon kesalahan adalah suatu model grafis yang menyangkut berbagai paralel dan berbagai kombinasi percontohan kesalahan-kesalahan yang akan mengakibatkan kejadian dari peristiwa tidak diinginkan yang sudah didefinisi sebelumnya atau juga dapat diartikan merupakan gambaran hubungan timbal balik yang logis dari peristiwa-peristiwa dasar yang mendorong kearah peristiwa yang tidak diinginkan menjadi peristiwa puncak dari pohon kesalahan tersebut. Analisis *fault tree* memiliki nilai penting dalam penyelesaian sebagai berikut (Kocecioglu, 1991):

1. Menganalisis kegagalan sistem.
2. Mencari aspek-aspek dari sistem yang terlibat dalam kegagalan utama.
3. Membantu pihak manajemen mengetahui perubahan dalam sistem.
4. Membantu mengalokasikan penganalisis untuk berkonsentrasi pada bagian kegagalan dalam sistem.
5. Membantu memberikan pilihan kualitatif, yang sama baiknya dengan kuantitatif, pada analisis sistem keandalan.
6. Membantu penganalisis menggunakan pengetahuannya untuk masuk dalam perilaku sistem.

Menurut Brown (1976), ada beberapa definisi dasar yang harus diketahui dalam pembahasan *fault tree analysis*, diantaranya adalah:

1. *Event* adalah sesuatu yang terjadi dalam sistem. Mempunyai dua modus, yaitu terjadi atau tidak.
2. *Fault event* adalah sebuah *event* dimana satu dari dua modusnya adalah kejadian yang tidak normal, sehingga mengakibatkan kegagalan atau kesalahan.



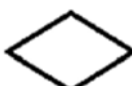

3. *Normal event* adalah sebuah *event* yang kedua modusnya diharapkan dan cenderung terjadi pada waktu tertentu.
4. *Basic event* adalah sebuah *event* yang kedua modusnya diharapkan dan cenderung terjadi pada waktu tertentu.
5. *Event primer* adalah sebuah *event* yang disebabkan oleh sifat di dalam komponen itu sendiri.
6. *Event sekunder* adalah *event* yang disebabkan oleh sumber dari luar.
7. *Head event* adalah *event* pada puncak *fault tree* yang dianalisis, mengakibatkan terjadinya kegagalan.

#### A. Simbol Fault Tree

Dalam menggambarkan *fault tree* digunakan simbol standar untuk mempermudah analisis. Simbol yang dipakai dapat dilihat pada Tabel 2.1.





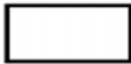

Tabel 2.1. Simbol-simbol *fault tree*

(Sumber: Kocecioglu, 1991)

<b>Primary Event Symbol</b>	<b>Keterangan</b>
<i>Basic Event</i> 	Menggambarkan suatu <i>basic initiating fault</i> yang tidak memerlukan pengembangan atau uraian lebih lanjut
<i>Conditioning Event</i> 	Kondisi spesifik atau batasan yang digunakan untuk <i>logic gate</i> apapun (biasanya diutamakan digunakan pada ' <i>priority and</i> ' dan ' <i>inhibit gate</i> ')
<i>Undeveloped Event</i> 	Suatu ' <i>fault event</i> ' yang tidak diperiksa lebih lanjut karena keterbatasan informasi/karena dianggap kurang penting
<i>External Event</i> 	Suatu <i>event</i> yang sudah ada/ <i>exist</i> terlebih dahulu yang mendukung terjadinya kegagalan

Tabel 2.1. Simbol-simbol *fault tree* (Lanjutan)

(Sumber: Kocecioglu, 1991)

<b>Gate Symbol</b>	<b>Keterangan</b>
<p><i>And Gate</i></p> 	Menunjukkan bahwa <i>output event</i> akan terjadi jika dan hanya jika semua <i>input event</i> ada/terjadi ( <i>exist</i> )
<p><i>Or Gate</i></p> 	Menunjukkan bahwa <i>output event</i> akan terjadi jika satu atau lebih <i>input event</i> ada/terjadi ( <i>exist</i> )
<p><i>Inhibit Gate</i></p> 	Menunjukkan bahwa <i>output event</i> akan terjadi jika <i>input events</i> ada dan <i>inhibit condition</i> terpenuhi
<p><i>Priority And</i></p> 	<i>Fault output</i> akan terjadi jika semua <i>fault input</i> terjadi dengan berurutan
<b>Intermediate Event Symbol</b>	<b>Keterangan</b>
<p><i>Intermediate Event</i></p> 	Suatu <i>fault tree</i> yang dihasilkan dari interaksi kejadian kegagalan lainnya yang disusun menggunakan ' <i>logic gate</i> '
<b>Transfer Symbol</b>	<b>Keterangan</b>
<p><i>Transfer Symbol</i></p> 	Menunjukkan bahwa <i>fault tree</i> berhubungan lebih lanjut dengan <i>fault tree</i> di lembaran halaman lain

## B. Minimal Cut Set

Untuk menentukan *minimal cut set* yang digunakan untuk memberikan jawaban terhadap masalah *FTA* dengan menggunakan *MOCUS* (*Method Obtain Cut Set*). *MOCUS* (*method for obtaining cut set*) yaitu merupakan sebuah algoritma yang dipakai untuk mendapatkan *minimal cut set*., menurut Clemens (2002) *cut set* adalah kombinasi pembentuk pohon kesalahan yang mana bila semua terjadi akan

menyebabkan peristiwa puncak terjadi. *Cut set* digunakan untuk mengevaluasi diagram pohon kesalahan dan diperoleh dengan menggambarkan garis melalui blok dalam sistem untuk menunjukkan jumlah minimum blok gagal yang menyebabkan seluruh system gagal.

Namun bukan kombinasi peristiwa terkecil yang menyebabkan peristiwa puncak. Untuk mengetahuinya diperlukan *minimal cut set*. *Minimal cut set* ini adalah kombinasi peristiwa yang paling kecil yang membawa peristiwa yang tidak diinginkan (Billinton et al, 1992). Jika satu dari peristiwa-peristiwa dalam *minimal cut set* tidak terjadi, maka peristiwa puncak atau peristiwa yang tidak/diinginkan tidak akan terjadi. Dengan kata lain *minimal cut set* merupakan akar penyebab yang paling terkecil yang berpotensi menyebabkan kecacatan (peristiwa puncak).

Evaluasi kuantitatif *fault tree* yang dilakukan dengan menggunakan pendekatan perhitungan langsung (*direct numerical approach*) yang bersifat *bottom-up approach*. Pendekatan numerik ini berawal dari level hirarki yang paling rendah dan mengkombinasikan semua probabilitas dari *event* yang ada pada level ini dengan menggunakan *logic gate* yang tepat dimana *event-event* ini dikaitkan. Kombinasi probabilitas ini akan memberikan nilai probabilitas dari *intermediate event* pada level hirarki diatasnya sampai *top event* dicapai.

*Logic Gate* pada *fault tree analysis* terdapat Gerbang OR dan AND. Dimana gerbang OR adalah gerbang yang menggambarkan gabungan dari kejadian-kejadian. Gerbang OR ekuivalen pada simbol “+”. Untuk n kejadian-kejadian masukan yang digambarkan pada gerbang OR ekuivalen dengan rumus  $T = C_1 + C_2 + \dots + C_n$  untuk T adalah kejadian output(Probabilitas) dan  $C_1, C_2, \dots, C_n$  merupakan kejadian-kejadian masukan (Vesely dkk.2009). Sedangkan gerbang AND adalah gerbang yang menggambarkan irisan dari kejadian-kejadian. Gerbang AND ekuivalen dengan simbol “.” Untuk n kejadian-kejadian masukan pada gerbang AND ekuivalen dengan rumus  $T = C_1 * C_2 * \dots * C_n$  untuk T

merupakan kejadian output (Probabilitas) dan  $C_1, C_2, \dots, C_n$  merupakan kejadian-kejadian masukan.

Pada *fault tree* “0” diartikan sebagai kejadian gagal yang tidak terjadi dan “1” diartikan sebagai kejadian gagal yang terjadi.

## 2.4 Event Tree Analysis (ETA)

*Event tree analysis* merupakan metode yang dipergunakan untuk menganalisis berbagai dampak yang diakibatkan oleh suatu kejadian yang dikaji. Metode ini digunakan untuk memperkirakan dan menilai probabilitas dari setiap konsekuensi yang dapat muncul dari suatu kejadian. Sehingga metode sebagai acuan dalam mengantisipasi berbagai konsekuensinya.

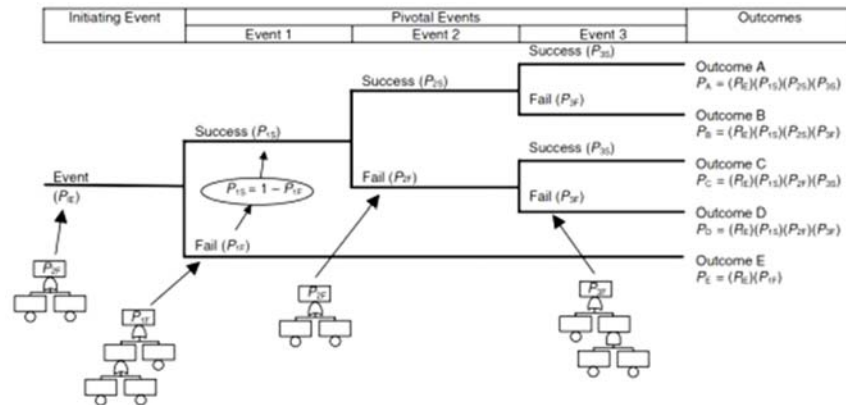
Langkah pertama dalam proses analisis menggunakan metode *event tree analysis* adalah dengan menggambar sedetail mungkin bagian sistem yang berhubungan dengan kejadian utama yang dikaji. Langkah ini dilakukan untuk memperoleh hasil perkiraan kejadian-kejadian yang mungkin terjadi setelah terjadinya kejadian utama tersebut. Proses ini sangat bergantung pada bagian sistem yang digambarkan, semakin detail maka semakin banyak pula kejadian-kejadian yang diperkirakan. Hasilnya konsekuensi atau skenario yang dapat diperkirakan cenderung semakin *valid*.

Langkah kedua adalah dengan menggambar *event tree diagram* sesuai dengan seluruh kejadian-kejadian yang telah diperkirakan. Setiap kejadian pada tiap diagram berbentuk sebuah pertanyaan yang dapat dijawab dengan “ya” atau “tidak”. Setiap jawaban menginisiasi kejadian terkait yang lain dan terus dilakukan hingga diketahui konsekuensi akhir dari setiap cabang kejadian perkiraan.

Langkah ketiga merupakan tahap mencari nilai kemungkinan (*probability*) atas jawaban dari setiap kejadian perkiraan yang tertera pada diagram. Total nilai kemungkinan untuk setiap kejadian kemudian dikalikan dengan nilai kemungkinan jawaban dari kejadian yang lain yang sesuai dengan alur konsekuensi yang dituju, sehingga didapat



nilai kemungkinan dari setiap konsekuensi pada diagram. Total nilai kemungkinan dari keseluruhan konsekuensi pada diagram harus berjumlah 1 atau 100%. Jika nilai total kemungkinan tidak sama dengan 1 atau 100% maka diagram tersebut perlu dicek ulang untuk mencari kemungkinan kesalahan pada proses penjumlahan ataupun kesalahan dalam proses memasukkan nilai kemungkinan pada tiap kejadian.



Gambar 2.1. Event tree diagram

Berikut disajikan berbagai istilah dalam *event tree analysis*, seperti yang tertera dalam tabel (Tabel 2.2.) di bawah:

Tabel 2.2. Istilah dalam *event tree analysis*

No	Istilah	Definisi
1	Accident Scenario	Event akhir yang merupakan konsekuensi. Rangkaian kejadian yang dimulai dari initiating event dan biasanya diikuti dengan satu atau lebih pivotal event dengan undesired event pada puncaknya
2	Initiating Event (IE)	Kegagalan sistem atau undesired event yang menyebabkan konsekuensi. IE mengakibatkan konsekuensi bergantung pada sukses atau gagalnya metode pencegahan yang didesain pada sistem tersebut
3	Pivotal Events	Intermediary events merupakan sub-sistem yang berada diantara IE dan konsekuensi. Sub-sistem ini merupakan sub-sistem sukses atau gagal yang dibangun untuk proses mitigasi konsekuensi
4	Probabilistic Risk Assesment (PRA)	Metode analisis yang digunakan untuk proses identifikasi dan evaluasi risiko dengan menggunakan analisis kuantitatif

## **2.5 Review Penelitian Sebelumnya**

Dalam memperjelas posisi penelitian ini, maka disusun suatu tinjauan ulang terhadap penelitian-penelitian sejenis yang telah dilakukan sebelumnya berdasarkan pada kesamaan aspek bahasan maupun pada kesamaan metoda yang digunakan.

### **2.5.1 Penelitian yang terkait tentang keterlambatan proyek**

Terdapat beberapa penelitian bertemakan pengendalian keterlambatan proyek konstruksi pada beberapa tahun terakhir. Seperti yang dilakukan Putra (2014), yang mengangkat tema evaluasi keterlambatan pada proyek pembangunan proyek *offshore* yaitu pembangunan *jacket structure*. Penelitian ini berfokus pada satu metode pencarian sumber masalah keterlambatan proyek konstruksi yaitu *fault tree analysis*.

Kemudian dari Jurnal Teknologi dari Kurniawan.(2015) bertema “Studi Keterlambatan Proyek Kapal Kargo” Pada jurnal ini membahas dua metode penyelesaian masalah keterlambatan pada pembangunan proyek kapal kargo yaitu dengan metode *fault tree analysis* dan *event tree analysis*. Untuk analisis penyebab dan dampak keterlambatan pada proyek konstruksi dipakiskan dilakukan analisis dengan survei kuisioner dan wawancara kerja, kemudian diterapkan perhitungan statistik menggunakan metode *relative important index (RII)* untuk menentukan nilai faktor-faktor penyebab dan dampak, serta digunakan untuk menentukan peringkat pada faktor-faktor yang paling dominan hingga terendah (Haseeb et.al, 2011).

Purwandono (2010) melakukan penelitian tentang Aplikasi *Model HOR (House of Risk)* untuk mitigasi risiko proyek pembangunan jalan tol gempol pasuruan, pada penelitian ini bertujuan untuk mencegah keterlambatan atau memperpendek rentang waktu keterlambatan pembangunan jalan tol yang banyak mengalami gangguan-gangguan yang dapat menghambat pembangunan dapat berasal dari dalam (buruknya manajemen dan rantai pasok pihak-pihak terkait) maupun luar (alam, masyarakat, kebijakan pemerintah) dengan model House of risk (HOR). Dari model tersebut, diketahui bahwa terdapat 36 risiko dan

55 agen/ penyebab risiko yang terdiri dari 8 agen/ penyebab risiko dengan tingkat risiko tinggi, 14 agen/ penyebab risiko dengan tingkat risiko sedang, dan 30 agen/ penyebab risiko dengan tingkat risiko rendah. Juga terdapat 16 aksi mitigasi yang dapat direalisasikan untuk mereduksi kemunculan agen/ penyebab risiko.

Astina (2012) menganalisis tentang kendala-kendala penyebab keterlambatan pelaksanaan pekerjaan proyek konstruksi di Kabupaten Tabanan, Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Tabanan dengan cara penyebaran kuisiner kepada responden dan untuk perhitungan ranking penyebab tertinggi menggunakan perolehan nilai RI (Relatif Indeks) tertinggi dan teknik analisis data yang digunakan untuk mencari subfaktor yang paling berpengaruh pada setiap faktor adalah analisis skor faktor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, faktor dominan penyebab keterlambatan pelaksanaan pekerjaan proyek konstruksi adalah faktor tenaga kerja, faktor perubahan, dan faktor karakteristik tempat.

Pada jurnal Faridi dan Sayegh (2006) untuk merangking faktor-faktor penyebab keterlambatan proyek konstruksi di UEA menggunakan analisis *RII* (*Relative Important Index*), serta melakukan penyebaran kuisiner kepada expert judgement untuk mendapatkan masukan dan mengembangkan penelitian. Para kontraktor dan konsultan di UEA Sepakat bahwa pada penelitian tersebut mengungkapkan bahwa 50% konstruksi Pproyek di UAE mengalami penundaan dan tidak selesai tepat waktu. 10 penyebab paling signifikan dari Penundaan konstruksi telah diidentifikasi oleh penelitian ini. Persetujuan gambar, perencanaan awal yang tidak memadai dan Lambannya proses pembuatan keputusan pemilik adalah penyebab utama keterlambatan dalam industri konstruksi UEA.

Pourrostam dan Ismail (2011) mengidentifikasi penyebab utama dan konsekuensi penundaan di Iran. Survei kuisiner dilakukan penyebaran pada kontraktor dan konsultan. Pada studi ini teridentifikasi 10 penyebab penundaan paling penting dari daftar 27 penyebab penundaan yang berbeda dan 6 efek yang berbeda. Efek yang ditimbulkan akibat keterlambatan pada penelitian ini adalah kelebihan waktu dan biaya, perselisihan, arbitrase, pengabaian dan litigasi total.

Taha (2016) melakukan penelitian untuk mengetahui penyebab utama keterlambatan dalam proyek konstruksi. Studi ini bergantung pada daftar survei

kuesioner untuk menentukan probabilitas dan tingkat keparahan penyebab utama keterlambatan dalam proyek konstruksi. Dalam penelitian ini, penulis menemukan bahwa lima faktor penting yang mempengaruhi keterlambatan proyek konstruksi adalah terlambatnya pembayaran oleh pemilik, pengelolaan dan pengawasan lokasi yang buruk oleh kontraktor, kurangnya tenaga kerja berkualitas, kesulitan dalam Proyek pembiayaan oleh kontraktor, dan" Perencanaan dan penjadwalan proyek yang tidak efektif oleh kontraktor. Penelitian ini menggunakan

Sambasivan et.al (2017) melakukan penelitian tentang penyebab dan dampak keterlambatan proyek konstruksi di Malaysia, studi ini melakukan survei kuesioner untuk meminta sebab dan akibat penundaan dari klien, konsultan, dan kontraktor. Sekitar 150 responden berpartisipasi dalam survei tersebut. Penelitian ini mengidentifikasi 10 penyebab keterlambatan dan 6 dampak keterlambatan.

Montaleb dan Kishk (2010) juga melakukan penyelidikan tentang penyebab dan dampak keterlambatan proyek konstruksi di UEA , Penelitian ini didasarkan pada tinjauan literatur dan kuesioner Survei yang menyelidiki 42 faktor penundaan potensial. Kuesioner dikirim ke 50 Perusahaan dengan tingkat respon 70%, setelah itu dilakukan rangking Penyebab dan dampak yang paling signifikan dengan analisis *Relative Important Index*. Hasil penyebab keterlambatan yang paling signifikan yaitu perubahan desain, faktor keuangan dan faktor lain yang terkait dengan klien. Selain itu, dampak yang paling signifikan adalah bertambahnya biaya dan waktu.

James, et al (2014) melakukan penelitian tentang penyebab dan dampak keterlambatan proyek konstruksi di UEA dengan melakukan teknik pengambilan sampel sebanyak 150 kuisoner, pada kuisoner tersebut menggunakan skala likert untuk mengumpulkan data pada faktor-faktor penyebab keterlambatan

Kamaruzzaman (2011) melakukan studi keterlambatan proyek konstruksi di kota pontianak dengan cara penyebaran kuesioner kepada responden (pelaksana proyek jalan berkonstruksi beton di Kota Pontianak pada tahun 2010) dan wawancara kepada pihak konsultan dan pihak pemerintah.

### **2.5.2 Penelitian yang terkait tentang pendekatan manajemen risiko**

Berikut penelitian-penelitian terkait tentang metode pendekatan manajemen risiko seperti penelitian Satria (2012) terkait penilaian risiko kecelakaan pada *helipad Floating Storage and Offloading Unit (FSO)*. Pada penelitian ini mengidentifikasi segala bahaya yang mungkin mengancam dengan menggunakan metode *Formal Safety Assessment (FSA)* sesuai standar IMO. Penelitian menggunakan teknik expert judgment dengan bantuan kuisioner dalam penentuan probabilitas. Metode yang digunakan yaitu *Fault Tree Analysis (FTA)* dan *Even Tree Analysis (ETA)*. Kegagalan struktur pada boatlanding dan lambung *FSO* digunakan sebagai top event. Pada penelitian ini teridentifikasi 16 macam pilihan kontrol risiko yang akan digunakan dalam upaya mengurangi risiko kegagalan pada helipad.

Sedangkan pada penelitian Silvianita (2013) terkait pengambilan keputusan yang berasaskan risiko bersistematik untuk mengurangi kegagalan risiko, objek penelitian ini yaitu psa sistem mooring, penelitian ini menggunakan metode ). *HAZOP* merupakan pengujian secara sistematis dalam sistem yang membantu untuk mengenal pasti dan mentafsir risiko-risiko yang berkaitan dengan kemalangan dalam sistem mooring. *FTA* merupakan kaedah deduktif yang berguna untuk mencetuskan masalah potensi dalam kegagalan sistem mooring dalam kejadian yang tidak diingini.

Dewi dan Nurcahyo (2013) menganalisis risiko pada proyek pembangunan Underpass di Simpang Dewa Ruci Kuta Bali, Untuk mengetahui risiko pada proyek ini dilakukan survey lapangan, kuisioner, dan wawancara. Tahapan penelitian dibagi menjadi tiga bagian yaitu identifikasi risiko, analisis risiko dan respon risiko Metode yang digunakan adalah *Severity Index* dan Matriks Probabilitas-Dampak. Tahap terakhir adalah menentukan respon risiko terhadap risiko yang signifikan terhadap biaya dan waktu. Respon risiko didapat dengan melakukan wawancara terstruktur dengan para responden yaitu beberapa personel kontraktor yang menangani proyek pembangunan *Underpass* di Simpang Dewa Ruci Kuta Bali.

### 2.5.3 Posisi Penelitian

Posisi penelitian ditinjau berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu. Dengan meninjau penelitian sebelumnya seperti penjelasan pada sub bab diatas bahwa kajian penelitian sebelumnya ditinjau dan difokuskan pada aspek metoda dan substansi yang bertujuan untuk melengkapi celah atau gap keilmuan khususnya tentang studi keterlambatan pada proyek-proyek konstruksi serta penggunaan metode manajemen risiko dalam proyek konstruksi.

berdasarkan kajian penelitian terdahulu, bahwa hanya beberapa penelitian telah menggunakan metoda manajemen risiko untuk proyek konstruksi seperti penelitian Mustika (2014), dan Amalia (2012) mengidentifikasi penyebab keterlambatan pada proyek konstruksi menggunakan metode *Fault Tree Analysis (FTA)*, sedangkan keterlambatan dalam dunia konstruksi dapat dikatakan kegagalan pada proyek, oleh karena itu untuk menganalisis studi keterlambatan dapat menggunakan metoda manajemen risiko antara lain penelitian Kurniawan (2015) menggunakan metode *bow tie analysis* untuk menganalisis penyebab dan dampak keterlambatan pada proyek pembangunan kapal kargo. Untuk posisi penelitian ini sendiri dengan mengangkat tema studi keterlambatan pada proyek konstruksi dengan menggunakan metode manajemen risiko, maka metoda yang digunakan adalah metode *bow tie analysis*. Metoda ini digunakan untuk menganalisis penyebab dan dampak pada studi keterlambatan proyek .

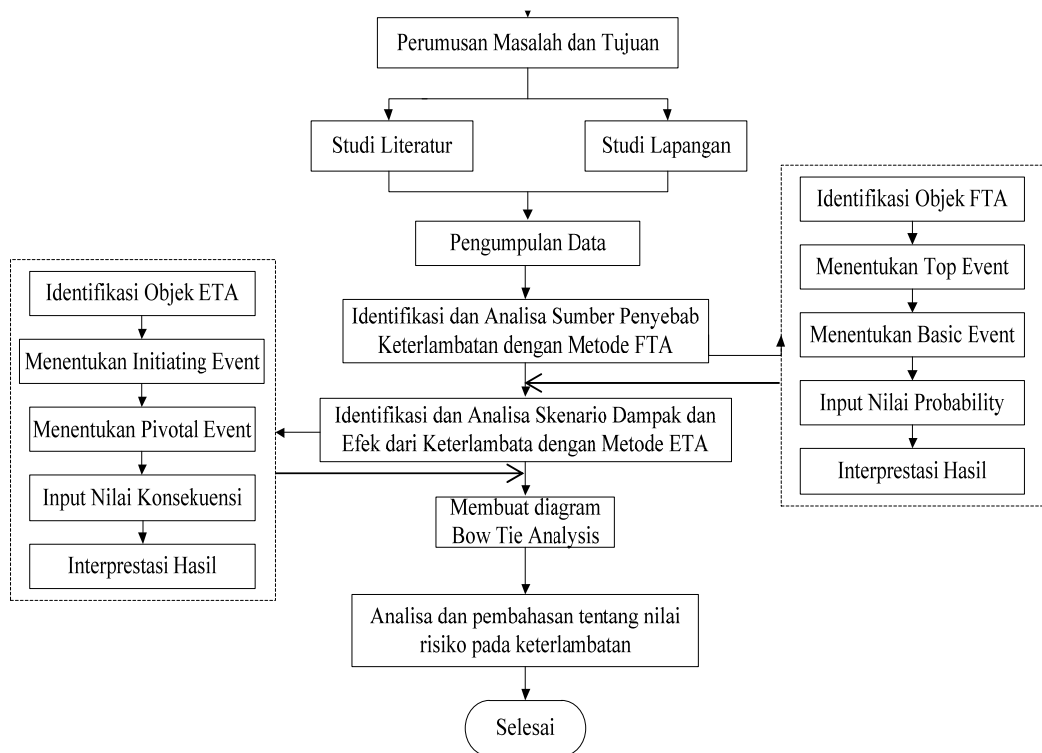
## BAB 3

### METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab metodologi penelitian ini akan dijelaskan mengenai rancangan penelitian, data-data yang diperlukan, metode pengumpulan data serta hasil yang diharapkan.

#### 3.1 Diagram Alir Penelitian

Di bawah ini merupakan ilustrasi alur penelitian dimulai dari latar belakang penelitian, metode yang dipergunakan, hingga hasil harapan seperti apa yang akan diperoleh lewat penelitian ini. Sehingga memberikan gambaran bagaimana nantinya penelitian ini akan berjalan. Adapun tahapan metode penelitian ini akan dijelaskan dalam *flow chart* Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir

### 3.2 Konsep Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan ini adalah jenis penelitian deskriptif, dimana penelitian ini bertujuan untuk mengumpulkan informasi aktual secara rinci yang melukiskan gejala yang ada, mengidentifikasi masalah atau memeriksa kondisi dan praktek-praktek yang berlaku. Pada penelitian ini dilakukan identifikasi risiko-risiko keterlambatan pembangunan proyek apartemen taman melati, dengan cara mengidentifikasi faktor-faktor penyebab keterlambatan, dan dampak yang akan terjadi akibat keterlambatan pada pembangunan proyek. Dengan mengetahui Penyebab dan dampak keterlambatan pada pembangunan proyek, maka dilakukan analisis risiko terhadap probabilitas frekuensi kejadian dan konsekuensi dampak yang diakibatkan dari keterlambatan pembangunan proyek.

Metode yang digunakan dalam survei ini menggunakan kuisoner dan wawancara terhadap para ahli/expert yang terkait dalam suatu proyek. Survei dilakukan kepada pemilik, Manajemen Kontruksi/Konsultan Pengawas, serta Kontraktor yang berada pada proyek pembangunan apartemen taman melati.

Penetapan sampelnya menggunakan *purposive sampling/ Judgment Sampling* yang merupakan *non probability sampling*, sampel pada penelitian ini ditetapkan oleh peneliti dengan pertimbangan bahwa sampel tersebut dapat memberikan informasi yang akurat. Batasan dalam penentuan sampel ini adalah personil yang terlibat langsung dalam Proyek Pembangunan Apartemen Taman elati Surabaya dan memiliki pendidikan terakhir S1. Karena dalam satu proyek terdiri dari Pemilik, Konsultan, dan Kontraktor, maka kriteria responden dalam penelitian ini adalah:

- Bagian dari top manajemen
- Mengetahui keadaan/permasalahan seluruh Proyek Apatement Taman Melati Surabaya
- Bekerja di bidangnya minimal 5 tahun

Berdasarkan kriteria diatas, maka responden dalam penelitian ini sebanyak 7 orang, mereka diberi kuesioner dengan metode wawancara untuk mengetahui solusi yang mereka rekomendasikan. Tujuh orang pakar yang menjadi responden dalam penelitian ini adalah Achmad Syaiful Bahri sebagai *Project Manager* dan



Rendy Areza Hardian sebagai *Construction Manager* pada *Owner Project*, kemudian untuk responden pada manajemen konstruksi adalah A. Haris. H.A sebagai *Team Leader* dan Eko Adi Cahyono sebagai *Engineer Arsitek*, bapak Eko Adi Cahyono ini dipilih menjadi responden dikarenakan beliau mengikuti jalannya pembangunan proyek mulai dari awal hingga saat ini., dan responden pada kontraktor di pilih tiga orang karena pada *top management* terbagi menjadi dua yaitu pada bagian produksi dan bagian *engineering* yang dibawah langsung oleh *Project Manager*. Responden yang pertama adalah Tri Widjarko sebagai *Project Manager*, Samsul Ma'arif sebagai *Project Engineer Manager*, dan Angga Irwandana sebagai *Project Production Manager* pada kontraktor.

### **3.3 Pengumpulan Data**

Dalam mengumpulkan data penelitian maka perlu dilakukan dua pendekatan yaitu studi literatur dan studi langsung ke lapangan.

#### **3.3.1 Studi Literatur**

Untuk membantu dalam penulisan tesis ini diperlukan banyak literatur- literatur yang mendukung, yang berfungsi sebagai pengembangan wawasan dan analisis. Adapun studi literatur yang diperlukan antara lain:

- a. Studi mengenai proses pembangunan apartement Taman Melati Surabaya.
- b. Studi mengenai manajemen proyek, manajemen risiko dan *risk assessment*.
- c. Studi mengenai *Fault Tree Analysis* dan *Event Tree Analysis*.

#### **3.3.2 Studi Lapangan**

Untuk pengumpulan data pada studi lapangan sangat diperlukan sebagai bahan untuk mendukung hipotesa dari penelitian. Data yang akan diolah berkaitan dengan evaluasi kinerja proyek sebagai bahan analisis dan kondisi eksisting dari organisasi proyek. Data yang diperlukan antara lain:

- a. Data *schedule* awal dan target pembangunan proyek.

- b. Data kontrak terkait penalty akibat keterlambatan
- c. Data penyebaran kuisioner kepada para stakeholder yang terlibat dalam pembangunan proyek yaitu kontraktor, manajemen konstruksi, dan *owner*, dengan tujuan untuk memperoleh probabilitas terkait variabel penyebab, dampak, dan mitigasi pada keterlambatan. kemudian dilakukan wawancara kepada 3 responden tenaga ahli/*expert* yang terkait pada pembangunan proyek untuk memperoleh indikator resiko yang dominan yang akan di analisis kemudian mewancarainya dengan *depth interview* untuk mendapatkan opini dari mereka.
- d. Untuk pengolahan data kuisioner yang bersifat skala ordinal karena angka yang tercipta bersifat relatif subjektif maka untuk analisis data akan dilakukan analisis modus karena data yang diolah adalah data frekuensi maka modus sangat tepat digunakan untuk analisis data kuisioner pada penelitian ini.

### **3.4 Analisis data dan Pembahasan**

Data yang telah diperoleh kemudian diidentifikasi dan di terjemahkan agar dapat diolah. Untuk penelitian ini difokuskan pada identifikasi potensi kegagalan akibat keterlambatan pada proses pembangunan proyek. Sedangkan untuk metode *Fault Tree, and Event Tree Analysis* digunakan untuk membantu mengidentifikasi dan menganalisis risiko dari penyebab dan dampak yang diakibatkan oleh keterlambatan pembangunan proyek.

Tujuan dari analisis penyebab dan dampak dalam analisis risiko ini adalah untuk mengetahui seberapa bahaya/berisiko suatu keterlambatan pada pembangunan proyek apartemen taman melati surabaya.

#### **3.4.1 Identifikasi dan Analisis penyebab risiko keterlambatan**

Dalam mengidentifikasi penyebab-penyebab risiko pada suatu keterlambatan, penelitian ini menggunakan bantuan metode FTA (*Fault Tree Analysis*). Metode ini memfokuskan untuk mencari penyebab kegagalan dan tidak membahas tentang akibat yang terjadi.

Diagram *Fault Tree Analysis* (FTA) atau diagram pohon kesalahan adalah suatu metode analisis untuk mencari penyebab dari gagalnya suatu sistem dalam hal ini adalah keterlambatan proyek apartemen taman melati surabaya. Berikut merupakan Langkah-langkah dalam penerapan FTA (*Fault Tree Analysis*) ini adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi masalah yang akan dianalisis (*problem definition*).

Penentuan masalah digunakan untuk mencari *top event* (peristiwa puncak), situasi atau keadaan penuh risiko yang teridentifikasi secara spesifik yang didapatkan potensi kawasan tersebut. Adapun syaratnya adalah:

- a. Pada FTA masalah adalah *particular accidents* atau *main system failure* yang digambarkan sebagai *top event*.
- b. *Top event* jangan terlalu umum.
- c. *Top event* jangan terlalu sempit.
- d. *Top event* harus spesifik untuk masalah yang akan dianalisis, sebisa mungkin mengandung 3W, yaitu *what*, *where*, dan *when*.

2. Membuat gambar konstruksi *fault tree*.

Penggambaran FTA dimaksudkan untuk mengetahui hubungan yang logis antara *basic event* dan *top event* yang telah ditentukan sebelumnya. Cara pembuatan FTA dimulai dari *top event*, kemudian ke *event* berikutnya sampai akhirnya ke *basic event*. Langkah-langkah pembuatan FTA (Gambar 3.2.) adalah sebagai berikut:

- a. Menetapkan kejadian puncak (*top event*) yang telah ditentukan sebelumnya.
- b. Menentukan *intermediate event* tingkat pertama terhadap kejadian puncak.
- c. Menentukan hubungan *intermediate event* tingkat pertama terhadap kejadian puncak.

- d. Menentukan hubungan *intermediate event* tingkat pertama ke *top event* dengan menggunakan gerbang logika (*logic gate*).
- e. Menentukan hubungan *intermediate event* tingkat kedua ke *intermediate event* tingkat pertama dengan menggunakan gerbang logika.
- f. Melanjutkannya sampai ke *basic event*.

Dari analisis faktor-faktor penyebab keterlambatan proyek Apartemen taman melati menggunakan metode fault tree analysis, dan berdasarkan beberapa variabel didapat dari studi literatur beserta hasil pengamatan dilapangan maka gambar analisis dapat di lihat pada lampiran. Berikut faktor-faktor dari akar penyebab keterlambatan (*basic event*) yang ditunjukan pada Tabel 3.1 dibawah ini:

Tabel 3.1. Basic event dari penyebab keterlambatan

No	Kode Kejadian	Nama Kejadian
1	A1.1	Terlambatnya merevisi dan menyetujui perubahan desain
2	A1.2	Terlambatnya menyetujui approval material
3	A1.3.1	Penambahan atau pengurangan pekerjaan
4	A1.3.2	Penggantian pekerjaan
5	A1.4	Penerapan standard yang terlalu tinggi pada setiap pekerjaan
6	A2.1	Terlambatnya angsuran pembayaran kontraktor
7	A2.2	Kesalahan dalam pengelolaan keuangan proyek
8	A3.1	Kurang koordinasi dan komunikasi oleh owner kepada manajemen konstruksi dan Kontraktor
9	A3.2	Terlambat pemilik memberikan intruksi
10	A4	Pekerjaan yang terhambat akibat kurangnya kesiapan lahan
11	B1.1	Terlambatnya menyetujui perubahan besar dari desain
12	B1.2	terhambatnya pekerjaan karena kurangnya pengawalan desain
13	B1.3	terlambatnya menyetujui shop drawing
14	B2.1.1	Seringnya penagihan persetujuan shop drawing dan spektek oleh kontraktor
15	B2.1.2	Terlambatnya penanganan administrasi secara prosedural oleh staff manajemen konstruksi
16	B2.2.1	Hasil meeting/koordinasi tidak dilaksanakan atau salah melaksanakan
17	B2.2.2	Seringnya missskomunikasi manajemen konstruksi kepada owner dan kontraktor

Tabel 3.1. Basic event dari penyebab keterlambatan (Lanjutan)

No	Kode Kejadian	Nama Kejadian
18	B2.3.1	Terlambatnya peninjauan pekerjaan oleh manajemen konstruksi
19	B2.3.1	Hasil evaluasi/ceklist pekerjaan belum bisa dikerjakan
20	C1.1.1	Tidak lengkapnya identifikasi permasalahan pada setiap pekerjaan
21	C1.1.2	Rencana kerja yang tidak tersusun dengan baik
22	C1.1.3	Penentuan durasi waktu yang tidak sesuai
23	C1.1.4	Metode pelaksanaan pekerjaan yang tidak tepat
24	C1.1.5	Action plan mingguan yang tidak berjalan
25	C1.2.1.1	Kontrol target pekerjaan tidak sesuai dari rencana
26	C1.2.1.2	kurangnya kontrol terhadap kualitas pekerjaan
27	C1.2.1.3	Kurangnya kontrol terhadap desain dan perubahannya
28	C1.2.1.4	kurangnya kontrol perhitungan material
29	C1.2.1.5	Buruknya pengarahan kepada tenaga kerja
30	C1.2.2	Perbedaan jadwal main kontraktor dengan vendor lain dalam penyelesaian pekerjaan
31	C1.2.3	Monitoring dan evaluasi tidak berjalan
32	C2.1.1	kurang memadai dan jelasnya penjelasan gambar detail pada desain
33	C2.1.2	Timbulnya perbedaan gambar dalam dokumen desain
34	C2.1.3	Terlambatnya penyampaian perubahan desain terbaru ke lapangan
35	C2.2.1.1	Terlambatnya pekerja memasuki lahan kerjanya
36	C2.2.1.2	Banyaknya pekerja usia kurang produktif dalam proyek
37	C2.2.1.3	Terjadinya pekerjaan rework dan repair
38	C2.2.2	Ketersediaan tenaga kerja yang kurang memadai terhadap lahan
39	C2.2.3.1	Terlambatnya pembayaran kepada mandor
40	C2.2.3.2	Pekerja menginginkan kenaikan upah kerja
41	C2.3.1.1	Terlambatnya kedatangan material
42	C2.3.1.2	Tidak adanya suplier terhadap spek material
43	C2.3.1.3	jumlah material yang dikirim tidak tepat
44	C2.3.2	Adanya perubahan spesifikasi dan tipe material
45	C2.3.3	banyaknya kualitas material yg tidak sesuai standard
46	C2.4.1.1	Terlambatnya pengadaan alat kerja
47	C2.4.1.2	Bergantinya pemakaian alat kerja
48	C2.4.1.3	Mudah rusaknya peralatan yang digunakan
49	C2.4.2.1	Penggunaan alat pada pekerja yang bukan ahlinya
50	C2.4.2.2	Kurang produktif dan efisien dalam penggunaan alat
51	C2.5.1.1	Banyaknya keluhan mandor atau subkon terhadap tempat penyimpanan material yang sempit
52	C2.5.1.2	Banyaknya keluhan terhadap ruang kerja dan kesiapan lahan dilapangan
53	C2.5.2.1	Seringnya komplain dan demo oleh warga sekitar proyek

Tabel 3.1. Basic event dari penyebab keterlambatan (Lanjutan)

No	Kode Kejadian	Nama Kejadian
54	C2.5.2.2	Banyaknya keluhan vendor material terhadap akses keluar masuk material
55	C3.1.1	Kurangnya koordinasi antar staf dilapangan
56	C3.1.2	Kurangnya komunikasi kontraktor dengan konsultan dan owner
57	C3.2	Kesalahan pengarahan staff teknik dalam pekerjaan
58	C3.3	seringnya perubahan job description pada pelaksana dilapangan
59	D1	Intensitas cuaca atau tingginya curah hujan/panas
60	D2.1	kesulitan sosialisasi dan negosiasi amdal terhadap warga
61	D2.2	Terganggunya warga karena proyek terlalu berdekatan
62	D2.3	Banyaknya kerusakan pada bangunan warga sekitar

Setelah melakukan proses penyusunan diagram pohon kegagalan (*fault tree analysis*) dari faktor-faktor penyebab keterlambatan proyek, kemudian menentukan *cut set*. Data yang dibutuhkan dalam proses penentuan *minimal cut set* adalah data probabilitas dari setiap *basic event*. Disinilah teknik wawancara dibutuhkan yaitu proses pengambilan *sample* dari probabilitas (*judgment*). Dalam hal ini responden yang dibutuhkan adalah responden yang terqualifikasi dan memiliki pengalaman di bidangnya (*expert*). Adapun ketentuan penilaian indeks risiko terhadap waktu berdasarkan frekuensi kejadian/probabilitas yang akan diberikan oleh *expert judgment* berdasarkan pada skala probabilitas dari publikasi Heldman (2005), yaitu skala nilai 0,05 (Tidak akan pernah terjadi) s/d nilai 0,8 (Selalu Terjadi). Tabel 3.2 menyajikan kriteria rating skala probabilitas untuk penilaian frekuensi kejadian/probabilitas :

Tabel 3.2. Kriteria rating probabilitas

Skor	Deskripsi	Definisi
0,8	Very Critical	Selalu terjadi
0,6	Critical	Sering terjadi
0,4	Significant	Kadang-kadang terjadi
0,2	Negligible	Kemungkinan kecil dapat terjadi
0,05	Very Negligible	Tidak pernah terjadi

Sumber : Heldman,2005

### **3.4.2 Identifikasi dan Analisis skenario dampak dan efek risiko keterlambatan**

Untuk identifikasi skenario dampak/efek dari risiko-risiko keterlambatan yang akan terjadi, penelitian ini menggunakan bantuan metode *Event Tree Analysis (ETA Event tree analysis)* merupakan metode yang dipergunakan untuk menganalisis berbagai dampak yang diakibatkan oleh suatu kejadian yang dikaji. Metode ini digunakan untuk memperkirakan dan menilai probabilitas dari setiap konsekuensi yang dapat muncul dari suatu kejadian. Sehingga metode sebagai acuan dalam mengantisipasi berbagai konsekuensinya.

Langkah pertama dalam proses analisis menggunakan metode *event tree analysis* adalah dengan menggambar sedetail mungkin bagian sistem yang berhubungan dengan kejadian utama yang dikaji. Langkah ini dilakukan untuk memperoleh hasil perkiraan kejadian-kejadian yang mungkin terjadi setelah terjadinya kejadian utama tersebut. Proses ini sangat bergantung pada bagian sistem yang digambarkan, semakin detail maka semakin banyak pula kejadian-kejadian yang diperkirakan. Hasilnya konsekuensi atau skenario yang dapat diperkirakan cenderung semakin *valid*.

Langkah kedua adalah dengan menggambar *event tree diagram* sesuai dengan seluruh kejadian-kejadian yang telah diperkirakan. Setiap kejadian pada tiap diagram berbentuk sebuah pertanyaan yang dapat dijawab dengan “ya” atau “tidak”. Setiap jawaban menginisiasi kejadian terkait yang lain dan terus dilakukan hingga diketahui konsekuensi akhir dari setiap cabang kejadian perkiraan.

Langkah ketiga merupakan tahap mencari nilai kemungkinan (*probability*) atas jawaban dari setiap kejadian perkiraan yang tertera pada diagram. Total nilai kemungkinan untuk setiap kejadian kemudian dikalikan dengan nilai kemungkinan jawaban dari kejadian yang lain yang sesuai dengan alur konsekuensi yang dituju, sehingga didapat nilai kemungkinan dari setiap konsekuensi pada diagram. Total nilai kemungkinan dari keseluruhan konsekuensi pada diagram harus berjumlah 1 atau 100%. Jika nilai total kemungkinan tidak sama dengan 1 atau 100% maka diagram tersebut perlu dicek ulang untuk mencari kemungkinan kesalahan pada proses penjumlahan ataupun

kesalahan dalam proses memasukkan nilai kemungkinan pada tiap kejadian.

Adapun prosedur dan langkah-langkah untuk melakukan *Event Tree Analysis* terdiri dari tujuh langkah berikut:

1. Menentukan sistem atau kegiatan yang menarik. Tentukan dari sistem atau kegiatan analisis pohon kejadian yang akan dilakukan.
2. Mengidentifikasi *Initial Event* yang menarik. Melakukan penilaian tingkat risiko untuk mengidentifikasi peristiwa yang menarik untuk pembahasan pada analisis.
3. Mengidentifikasi *Pivotal Event* bertujuan untuk berbagai perlindungan (garis jaminan) yang akan membantu mengurangi konsekuensi dari kejadian awal. Garis-garis ini jaminan mencakup sistem rekayasa dan tindakan manusia.
4. Tentukan skenario dampak kegagalan. Untuk setiap kejadian awal, menentukan berbagai skenario dampak kegagalan yang dapat terjadi.
5. Menganalisis urutan hasil kegagalan. Untuk setiap hasil dari pohon kejadian, menentukan frekuensi yang tepat dan konsekuensi yang menjadi ciri hasil tertentu.
6. Merangkum hasil dari analisis *Event Tree* yang menghasilkan berbagai urutan kecelakaan yang harus dievaluasi dalam analisis secara keseluruhan.
7. Menggunakan hasil dalam pengambilan keputusan. Mengevaluasi rekomendasi dari analisis dan manfaat. Manfaat dapat mencakup peningkatan keselamatan dan kinerja lingkungan, penghematan biaya, atau output tambahan. Menentukan kriteria pelaksanaan dan rencana. Hasil dari event tree juga dapat memberikan dasar untuk keputusan tentang apakah untuk melakukan analisis tambahan pada subset yang dipilih dari skenario dampak kegagalan.



Untuk membuat diagram mengenai akibat dari keterlambatan pada proyek apartemen taman melati (dapat dilihat pada lampiran), menentukan *initiating event* dari *top event* pada analisis *FTA*, pada analisis *ETA* ini terbagi menjadi 4 *initiating event* yang didapat dari *top event* pada *FTA* sebelumnya yaitu dampak risiko keterlambatan proyek yang disebabkan oleh *owner*, Konsultan pengawas/Manajemen Konstruksi, Kontraktor, dan dari *external*. Dan *pivotal event* di dapat dari kejadian penyebab setelah ke empat *top event* tersebut pada *ETA*. Untuk mencari nilai konsekuensi dari risiko dampak dapat menggunakan matriks ranking dampak risiko dari publikasi *heldman* (2005) pada Tabel 3.3 :

Tabel 3.3. Kriteria rating konsekuensi

Project Objective	Very Low / .05	Low / 0.10	Moderate / 0.20	High / 0.40	Very High / 0.80
Keberlanjutan Proyek	Proyek terlambat namun dapat diatasi dengan perencanaan cadangan	Proyek terlambat namun perencanaan cadangan tidak berjaan baik	Proyek terlambat, man power tidak mendukung, biaya semakin bertambah	Proyek terbengkalai dan tidak ada perencanaan yang pasti. Tidak ada progres yang signifikan	Proyek gagal berlanjut
Biaya	Kenaikan biaya yang tidak signifikan	Biaya meningkat <10%	Biaya Meningkat 10-20%	Biaya Meningkat 20-40%	Biaya meningkat >40%
waktu	Penambahan waktu yang tidak signifikan	Waktu Bertambah <5%	Waktu Bertambah 5-10%	Waktu Bertambah 10-20%	Waktu Bertambah >20%

Sumber : PMBOK.Guide, 2008

### 3.4.3 Analisis Tingkat Risiko

Pada analisis ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar risiko keterlambatan proyek apartemen taman melati surabaya. Tingkat suatu risiko ditandai oleh faktor-faktor :

1. Peristiwa risiko (menunjukkan dampak negatif yang dapat terjadi pada keterlambatan proyek)
2. Probabilitas terjadinya risiko (atau frekuensi)

3. Keparahan (*severity*) dampak negatif/*impact*/konsekuensi negatif dari risiko yang akan terjadi

Probabilitas yang diperoleh dari seberapa sering terjadinya penyebab yang dihasilkan dari analisis fault tree dalam menentukan probabilitas terjadinya risiko keterlambatan dan rating konsekuensi keterlambatan yang didapat dari analisis *event tree* dalam mencari tingkat keparahan dampak yang akan terjadi akibat keterlambatan. Setelah didapat probabilitas dan impact dari kedua analisis tersebut, kemudian dipergunakan untuk proses penentuan tingkat risiko. Untuk mengetahui seberapa besar tingkat risiko pada keterlambatan proyek dapat diukur dengan *risk matrik* seperti pada Tabel 3.4 . Adapun rumus untuk menghitung tingkat risiko dan risk matrix yang digunakan untuk mengetahui seberapa besar risiko keterlambatan adalah:

$$R = P * I \dots\dots\dots (1)$$

dimana :

$R$  = Tingkat risiko     $I$  = Tingkat dampak (*Impact*) risiko yang terjadi

$P$  = Kemungkinan (*Probability*) risiko yang terjadi

Tabel 3.4 Risk Matrix

Probabilitas	Konsekuensi				
	Very Low	Low	Moderate	High	Very High
Almost Certain	M	H	E	E	E
Likely	M	H	H	E	E
Possible	L	M	H	H	E
Unlikely	L	M	M	H	H
Rare	L	L	M	M	H

**Keterangan:**

$L$  = *Low*;  $M$  = *Moderate*;  $H$  = *High* ;  $E$  = *Extreme*

## **BAB 4**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini dilakukan pembahasan penelitian yang terdiri atas analisis penyebab dan dampak akan keterlambatan pembangunan proyek apartemen, serta menganalisis tingkat risiko dari keterlambatan tersebut.

#### **4.1 Pengumpulan data**

Objek penelitian yang diambil pada Tesis ini adalah proyek pembangunan Apartemen Taman Melati Surabaya (Gambar 4.1) milik PT. Adhi Persada Properti yang dikerjakan oleh PT. Adhi Karya Divisi Gedung dengan pengawasan Manajemen Konstruksi dari PT. Grahasindo Cipta Pratama. Proyek ini di kerjakan dengan estimasi waktu 30 bulan dengan target penyelesaian pada tahun 2016, akan tetapi proyek ini mengalami pemberhentian pekerjaan selama 5 bulan pada pertengahan tahun 2015 terkait proses amdal, dan 3 bulan pada pertengahan 2016. Sebelum proyek berhenti pada pertengahan tahun 2016, proyek ini dikerjakan oleh PT. Adhi karya divisi gedung, proyek ini dikerjakan oleh kontraktor PT. Adhi Persada Gedung yang merupakan anak perusahaan dari PT. Adhi Karya.



Gambar 4.1. Desain Apartemen Taman Melati Surabaya @MERR

Proyek Apartemen Taman Melati Surabaya @MERR direncanakan dengan jumlah tingkat 32 lantai dengan perincian, sebagai berikut :

- Lantai *basement* untuk parkir 48 kendaraan
- Lantai dasar untuk *public area* dan *cafetaria*
- Lantai 2 untuk parkir 50 kendaraan
- Lantai 3 untuk parkir 50 kendaraan
- Lantai 4 untuk parkir 50 kendaraan
- Lantai 5 untuk parkir 50 kendaraan
- Lantai 6 untuk fasilitas kolam renang, restoran, dan apartemen
- Lantai 7 hingga lantai 32 untuk apartemen
- Lantai 33 dan lantai 34 untuk atap dan LMR

Struktur proyek Apartemen Taman Melati Surabaya @MERR direncanakan menggunakan :

- Pondasi *bore pile* K 300 (fc 25)
- Struktur atas beton bertulang K 500 (fc 42)
- Atap beton bertulang dan *water proofing*
- Tangga *emergency* sebanyak 4 unit
- *Lift passenger* sebanyak 4 unit
- *Lift service* sebanyak 1 unit
- *Ground Water Tank (GWT)* sebanyak 1 unit
- *Sewage Treatment Plan (STP)* sebanyak 1 unit

Diatas adalah rencana pekerjaan-pekerjaan pada struktur dari proses pembangunan Apartemen taman melati. Keterlambatan yang terjadi pada proses pekerjaan struktur ini banyak dipengaruhi beberapa peristiwa penyebab keterlambatan yang terdapat pada Tabel 3.1. pada tahap pembangunan struktur banyak dipengaruhi oleh faktor kondisi lingkungan sekitar, sistem pelaksanaan oleh kontraktor, dan kontrol dari manajemen konstruksi, keputusan-keputusan oleh pemilik yang membatu proses produksi berjalan lancar jika salah satu faktor tersebut mengalami kendala akan berakibat langsung pada proses selanjutnya

Tabel 4.1. Progress pekerjaan struktur periode 28 mei 2017 s/d 03 Juni 2017

PERIODE INI (28 Mei 2017 s/d 03 Juni 2017)

Rencana Minggu ini	2,931%
Rencana akumulasi s/d Minggu ini	70,654%
Realisasi Minggu ini	2,252%
Realisasi akumulasi s/d Minggu ini	72,675%
Deviasi (+/-)	2,021%

Pada Tabel 4.1 menunjukkan progress mingguan kontraktor periode 28 mei 2017 s/d 03 Juni 2017 pada pekerjaan struktur.

Tabel 4.2. Progress pekerjaan arsitek periode 28 mei 2017 s/d 03 Juni 2017

PERIODE INI (26 Mei 2017 s/d 01 Juni 2017)

Rencana Minggu ini	2,453%
Rencana akumulasi s/d Minggu ini	11,153%
Realisasi Minggu ini	0,199%
Realisasi akumulasi s/d Minggu ini	6,055%
Deviasi (+/-)	-5,098%

Sedangkan pada Tabel 4.2 menunjukkan progress mingguan kontraktor periode 28 mei 2017 s/d 03 Juni 2017 untuk pekerjaan arsitek, pada periode tersebut progress kontraktor pada pekerjaan struktur telah mengalami surplus pada deviasi rencana dan realisasi, akan tetapi pada pekerjaan arsitek mengalami keterlambatan deviasi progress sebesar -5,098%. Dari data tersebut sangat jelas terlihat bagaimana keterlambatan proyek ini dari perencanaan dan kontrol pekerjaan yang kurang tertata. Keterlambatan yang terjadi disini adalah keterlambatan yang saling berkaitan satu sama lainnya karena dari permasalahan pada satu bidang diatas maka akan mempengaruhi permasalahan yang lain. Oleh karena itu penelitian ini akan berfokus pada bagian konstruksi pembuatan bangunan Apartemen Taman Melati Surabaya.

Tesis ini mencari faktor-faktor yang menyebabkan keterlambatan pembangunan Apartemen Taman Melati menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) dan mencari akibat dari keterlambatan proyek pembangunan

Apartemen Taman Melati menggunakan metode *Event Tree Analysis* (ETA). Data yang diperoleh yaitu dengan teknik wawancara serta penyebaran kuisioner.

Dalam penyusunan diagram untuk *Fault Tree Analysis* menggunakan bantuan software microsoft visio. Dalam proses penggunaannya diperoleh bentuk diagram FTA, kemudian hasil dari wawancara dan penyebaran kuisioner didapatkan input data *basic event* dan probabilitas hasil, kemudian di analisis sehingga nantinya didapatkan *output* yaitu diagram FTA yang telah tersusun dengan rapi dan juga *minimal cut set* masing – masing probabilitas *basic event*.

Selanjutnya untuk ETA tidak memakai *software* hanya membuat diagram berdasarkan data hasil wawancara responden untuk menyusun *initiating event*, *pivotal event*, dan *output* kemudian menentukan *probability* serta *qonsequencey* untuk digolongkan dalam *risk matrix*.

#### **4.2 Identifikasi penyebab keterlambatan**

Proyek adalah kegiatan yang melibatkan sumberdaya berupa tenaga kerja, peralatan konstruksi, material, uang, dan metode. Pada proyek pembangunan Apartemen Taman Melati Surabaya banyak sekali didapat konflik yang terjadi pada proses pembangunan proyek, Sasaran proyek adalah diselesaikannya konstruksi fisik bangunan dengan tepat biaya, tepat waktu, dan tepat mutu.

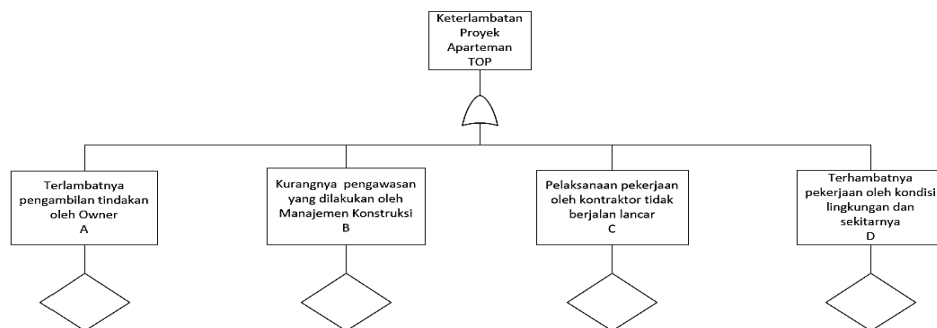
Dalam pembangunan apartemen taman melati ini mendapatkan beberapa faktor penyebab keterlambatan, menurut project manager dari kontraktor, permasalahan tentang kondisi lingkungan tidak dapat dianggap remeh, dikarenakan keberlangsungan pembangunan proyek terhambat dan target waktu penyelesaian tidak sesuai target, kemudian hubungan antara kontraktor-MK-dan owner yang tidak saling memfasilitasi/supporting berdampak pada lancarnya proses pembangunan. Sedangkan menurut project engineer manager penyebab keterlambatan tentang keputusan-keputusan dan persetujuan seperti approval material, shop drawing, dan surat menyurat sangat mendukung untuk keberlangsungan proyek. Menurut project production manager ketepatan pembayaran dapat berimbas pada cash flow perusahaan, dan ketersediaan pada tenaga kerja. Beberapa faktor penyebab berdasarkan team leader manajemen konstruksi kurang tertibnya administrasi pada pekerjaan seperti surat ijin kerja,

ceklis pekerjaan, dapat menghambat keberlangsungan pengontrolan terhadap pekerjaan.

### 4.3 Analisis faktor penyebab keterlambatan menggunakan FTA

Disini akan dijelaskan secara menyeluruh mengenai penyebab gagalnya keterlambatan pembangunan apartemen mulai dari penyebab keterlambatan yang disebabkan oleh *owner*, kontraktor, manajemen konstruksi hingga disebabkan oleh faktor external terhadap proyek pembangunan apartemen taman melati surabaya. Semua proses tersebut akan dijabarkan dalam bentuk akar diagram pohon kesalahan FTA sehingga nantinya dapat diketahui penyebab dasar permasalahannya dan probabilitas masing- masing akar permasalahan tersebut.

Pada Gambar 4.2 dijabarkan mengenai keterlambatan proyek Pembangunan apartemen dimana terbagi menjadi 4 peristiwa kejadian utama yaitu terlambatnya pengambilan tindakan oleh *owner*, kurangnya pengawasan yang dilakukan oleh manajemen konstruksi, pelaksanaan pekerjaan oleh kontraktor tidak berjalan lancar, dan terhambatnya pekerjaan oleh kondisi lingkungan dan sekitarnya. Faktor-faktor tersebut didapat berdasarkan studi literatur dan wawancara kuisioner kepada *expert judgement* sesuai kriteria responden yang ada pada proyek.

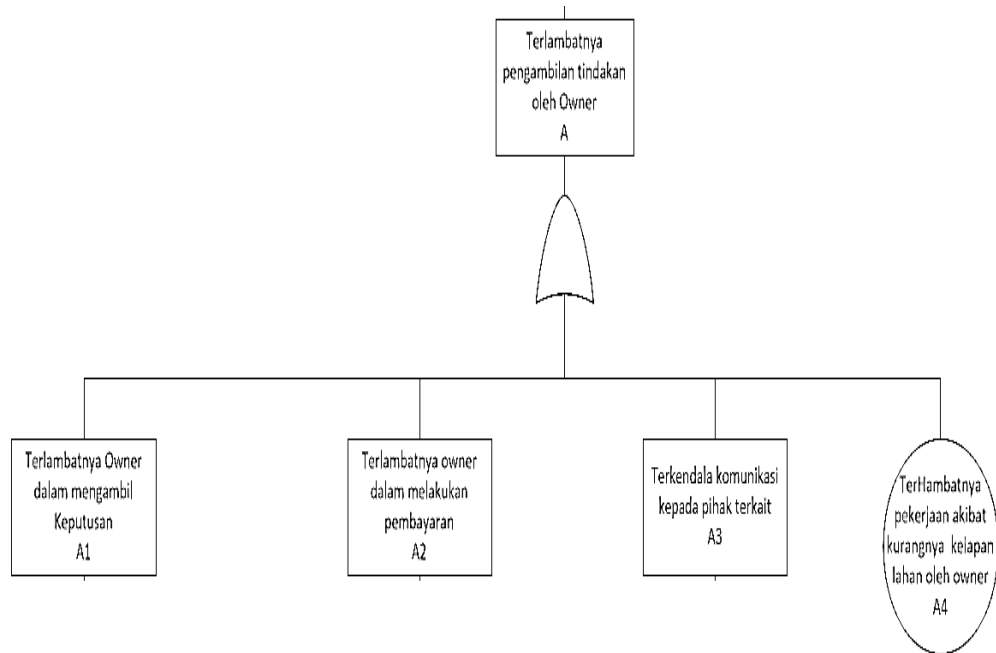


Gambar 4.2. *Intermediate event utama* untuk empat faktor penyebab keterlambatan proyek pembangunan apartemen

#### 4.3.1 Faktor keterlambatan yang di sebabkan oleh *Owner*

Keterlambatan yang disebabkan oleh *owner* adalah terlambatnya pengambilan tindakan yang dilakukan oleh *owner*, Ada 4 event penyebab terlambatnya pengambilan tindakan oleh *owner* yang saling berkaitan antara satu

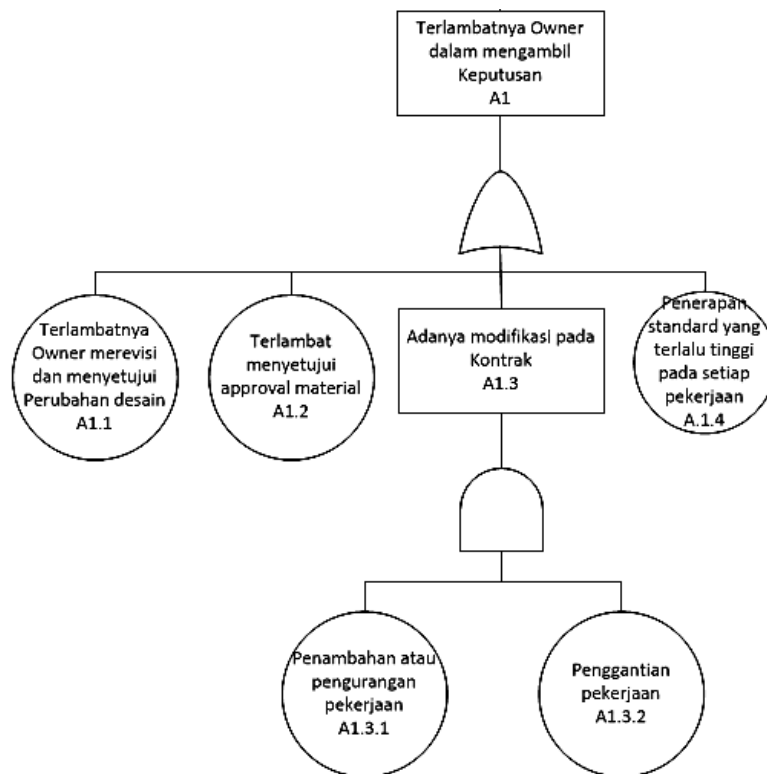
hal dan lainnya diantaranya yaitu terlambatnya *owner* dalam mengambil keputusan, Terlambatnya *owner* dalam melakukan pembayaran, terkendala komunikasi pada pihak terkait, serta terlambatnya *owner* menyiapkan lahan yang di berikan pada kontraktor, dpat dilihat diagram pada Gambar 4.3. Faktor-faktor ini didapat dari hasil studi literatur dan dilakukan penyebaran kuisoner kepada manajer-manajer yang berkaitan dengan proyek pembangunan apartemen.



Gambar 4.3 Diagram FTA Terlambatnya pengambilan tindakan oleh *Owner*

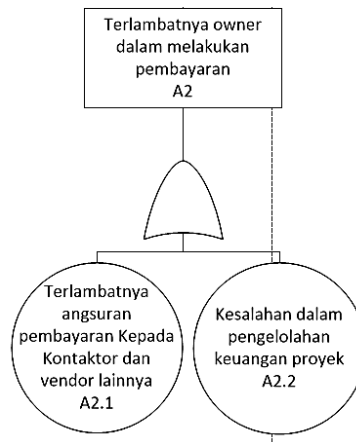
Berikut penjelasan tentang akar permasalahan penyebab dari *owner*, mulai dari terlambatnya *owner* dalam mengambil keputusan, Terlambatnya *owner* dalam melakukan pembayaran, terkendala komunikasi pada pihak terkait, serta terlambatnya *owner* menyiapkan lahan





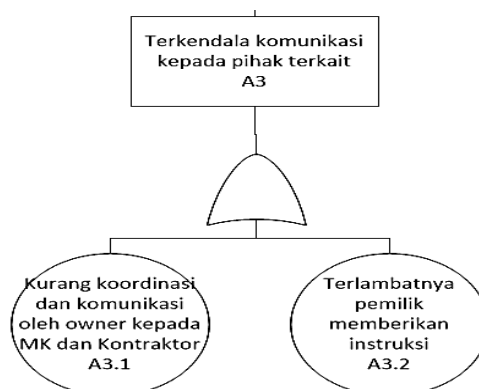
Gambar 4.4 Diagram FTA terlambatnya *owner* dalam mengambil keputusan

Berdasarkan project manager dari kontraktor, MK dan Owner keterlambatan *owner* dalam mengambil keputusan pada Gambar 4.4 dikarenakan terlambatnya *Owner* dalam merevisi dan menyetujui perubahan desain, terlambatnya menyetujui *approval material*, seringnya modifikasi kontrak yang mengakibatkan terganggunya rencana kerja kontraktor, dan mengakibatkan kemoloran terhadap waktu serta penerapan standard yang terlalu tinggi hingga menyebabkan terjadinya *rework* pada pekerjaan. Penyebab-penyebab tersebut dapat mengakibatkan terhambatnya pengerjaan pekerjaan oleh kontraktor. Untuk peristiwa Modifikasi kontrak ini disebabkan karena adanya penambahan atau pengurangan pekerjaan dan penggantian pekerjaan.



Gambar 4.5 Diagram FTA terlambatnya *owner* dalam melakukan pembayaran

Terlambatnya *owner* dalam melakukan pembayaran (Gambar 4.5) karena terlambatnya angsuran pembayaran kepada kontraktor dan vendor lainnya. Menurut Construction manager dari owner dan project manager dari kontraktor terlambatnya pembayaran dapat mengganggu siklus *cash flow* keuangan kontraktor, dalam kontrak terdapat klausul tentang aturan termin pembayaran, apabila *owner* terlambat membayar termin kepada kontraktor yang tidak sesuai aturan pada kontrak, maka kontraktor berhak mengajukan slow down bahkan shut down/menghentikan pekerjaan. Untuk kesalahan dalam pengelolaan keuangan proyek ini dikarenakan *owner* harus mengatur *cash flow* perusahaan, apabila pengelolaan kurang baik maka mengakibatkan terlambatnya pembayaran-pembayaran kepada pihak terkait.

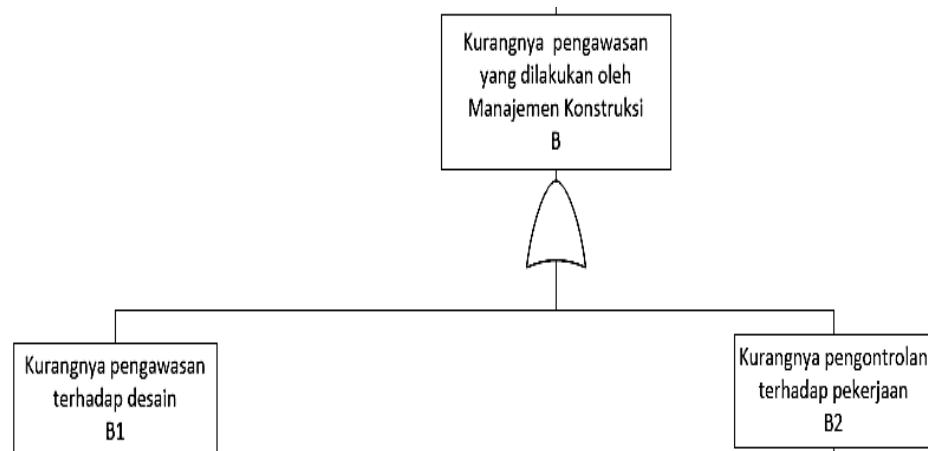


Gambar 4.6 Diagram FTA terkendala komunikasi kepada pihak terkait

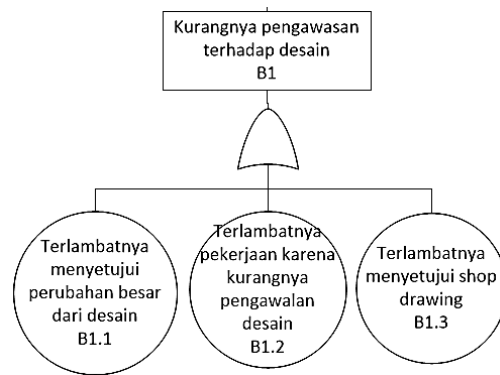
Terkendala komunikasi kepada pihak terkait (Gambar 4.6) oleh *owner* ini disebabkan karena kurangnya koordinasi kepada pihak terkait yaitu *owner*, *main contractor*, dan manajemen konstruksi. Terlambatnya memberikan instruksi ini dimaksud yaitu pemilik terlambat memberikan instruksi karena adanya penggantian/pengurangan pekerjaan yang telah dikerjakan oleh kontraktor. Terlambatnya memberikan instruksi ini dapat mengakibatkan *rework* dan pembengkakan biaya akibat *rework*.

#### 4.3.2 Faktor keterlambatan yang di sebabkan oleh Manajemen Konstruksi

Keterlambatan yang disebabkan oleh manajemen konstruksi (Gambar 4.7) adalah kurangnya pengawasan yang dijabarkan dengan beberapa *event* yaitu terkait dengan kurangnya pengawasan terhadap desain, dan kurangnya pengontrolan yang diterapkan oleh manajemen konstruksi untuk menjaga mutu, waktu dan biaya terhadap pekerjaan.

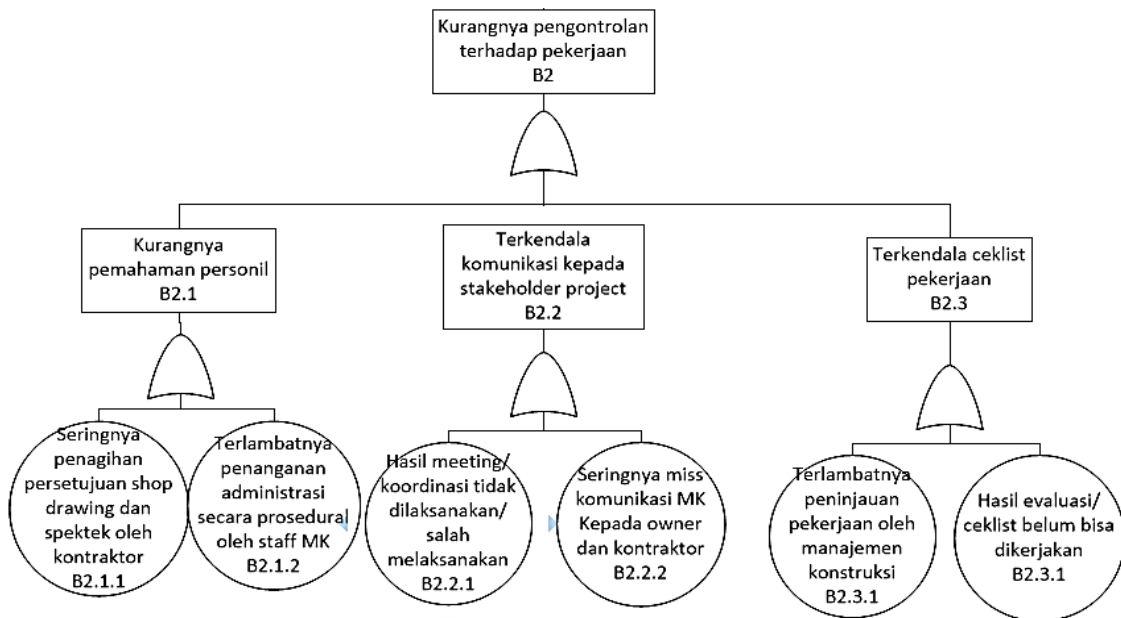


Gambar 4.7 Diagram FTA Kurangnya pengawasan yang dilakukan oleh Manajemen Konstruksi



Gambar 4.8 Diagram FTA kurangnya pengawasan terhadap desain

Kurangnya pengawasan terhadap desain (Gambar 4.8) yang disebabkan oleh Manajemen Kostruksi ini disebabkan karena terlambatnya manajemen konstruksi dalam menyetujui perubahan besar dari desain, kemudian kurangnya pengawasan dari desain tersebut dapat mengakibatkan kesalahan-kesalahan *shop drawing* yang dapat mengakibatkan kegiatan pekerjaan di lapangan menjadi terhambat. Dan yang terakhir yaitu terlambatnya menyetujui *shop drawing*, apabila *shop drawing* terlambat disetujui maka dapat menghambat kegiatan pekerjaan-pekerjaan yang telah di rencanakan sesuai *schedule* perencanaan.



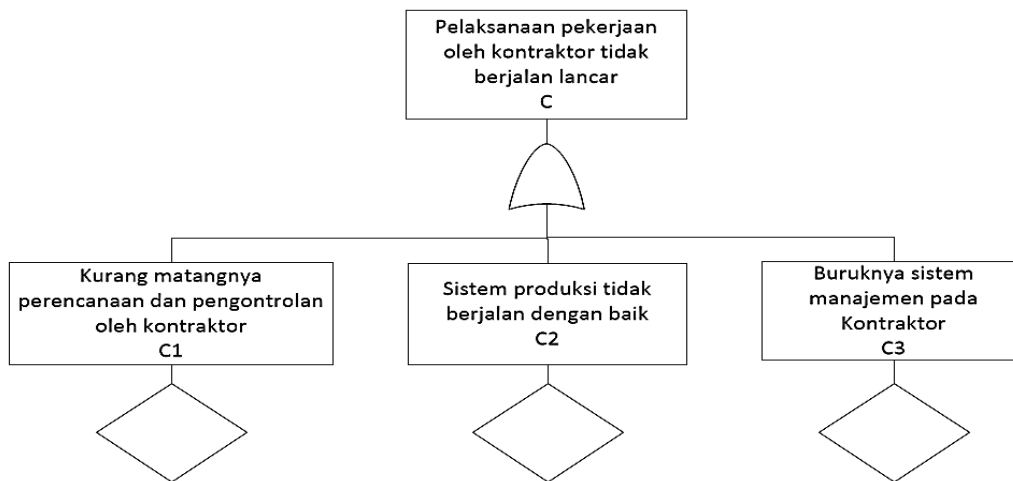
Gambar 4.9 Diagram FTA Kurangnya pengontrolan terhadap pekerjaan

Pengontrolan terhadap pekerjaan dalam suatu sangat penting. Pada Gambar 4.9) dijelaskan tentang kurangnya sitem pengontrolan terhadap pekerjaan. Peristiwa tersebut disebabkan oleh tiga peristiwa penyebab yaitu kurangnya pemahaman personil, terkendala komunikasi kepada *stakeholder project*, dan terkendala pada ceklist pekerjaan.

Untuk kendala hubungan dan komunikasi oleh manajemen konstruksi ini dikarenakan seringnya miss komunikasi kepada *stakeholder* di proyek, biasanya miss komunikasi yang terjadi pada proyek apartemen taman melati ini dikarenakan ada beberapa suplier material yang by *owner*. Kemudian hasil meeting/koordinasi yang tidak dilaksanakan/salah melaksanakan. Setiap minggu ilakukan rapat koordinasi antara *owner*, kontraktor, dan manajemen konstruksi, pada rapat koordinasi tersebut seringkali hal-hal yang sama selalu tertulis pada notulensi rapat dikarenakan hasil pada rapat koordinasi sebelumnya tidak dilaksanakan, hal ini dapat menghambat berjalannya proyek karena kesepakatan-kesepakatan pada rakor tidak dilaksanakan.hasil evaluasi/ceklist lapangan belum bisa dikerjakan dapat mengakibatkan kemoloran pekerjaan tersebut karena kontraktor tidak melakukan prosedur pekerjaan dengan baik, hal ini yang menyebabkan hasil ceklist belum bisa dikerjakan

#### **4.3.3 Faktor keterlambatan yang di sebabkan oleh Kontraktor**

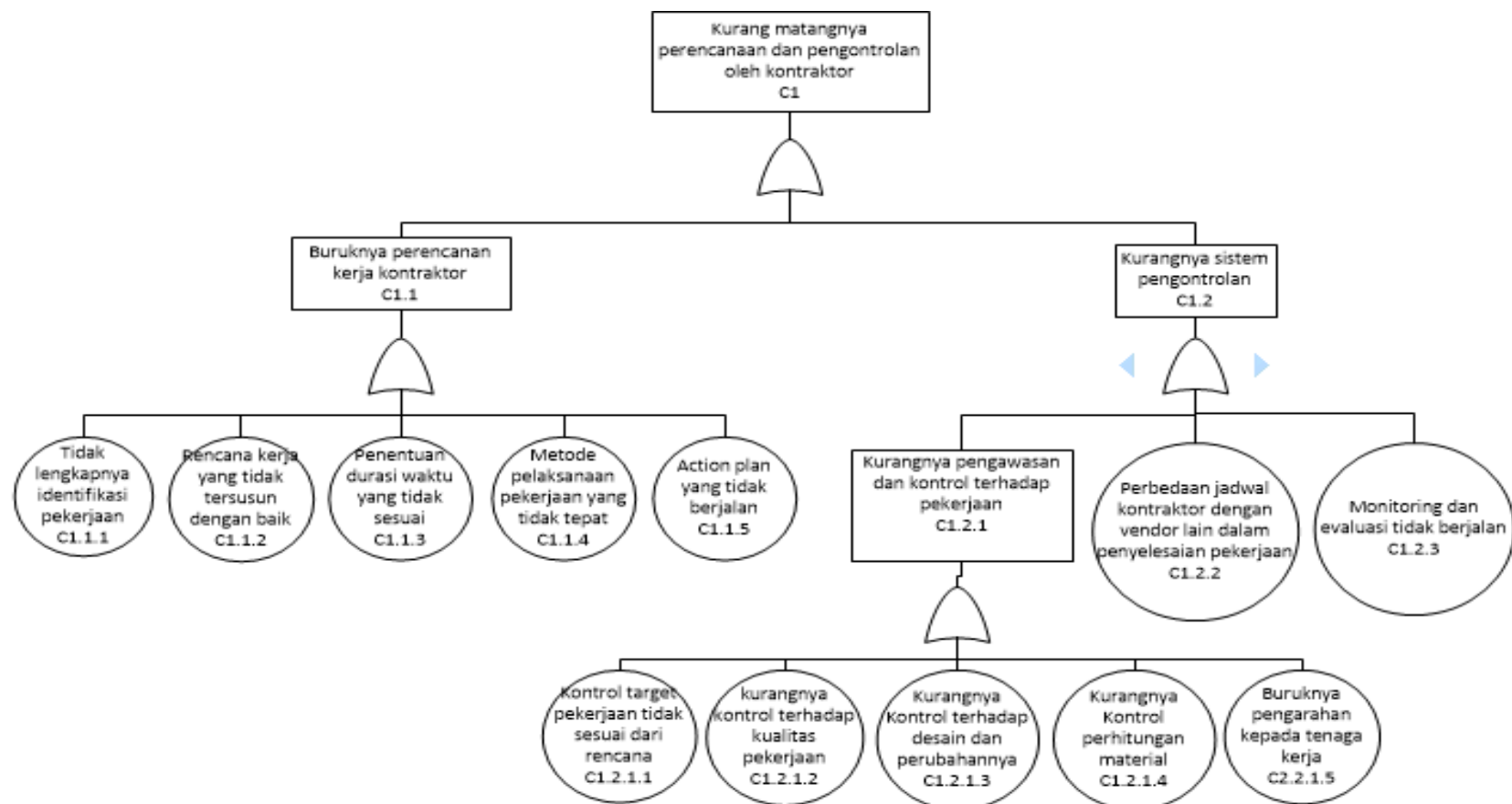
Penyebab-penyebab keterlambatan yang disebabkan oleh kontraktor adalah pelaksanaan pekerjaan tidak berjalan lancar (Gambar 4.10), peristiwa utama ini disebabkan oleh beberapa peristiwa kejadian penyebab diantaranya adalah kurang matangnya perencanaan dan pengontrolan oleh kontraktor, sistem produksi atau pengerjaan dilapangan tidak berjalan dengan baik, dan buruknya sistem manajemen kontraktor. Ketiga penyebab tersebut merupakan faktor penting akan penyebab keterlambatan proyek. Perencanaan dan pengontrolan yang baik akan dapat mendeteksi permasalahan-permasalahan yang terjadi pada proyek, sedangkan sistem produksi juga sangat mempengaruhi keberhasilan proyek.



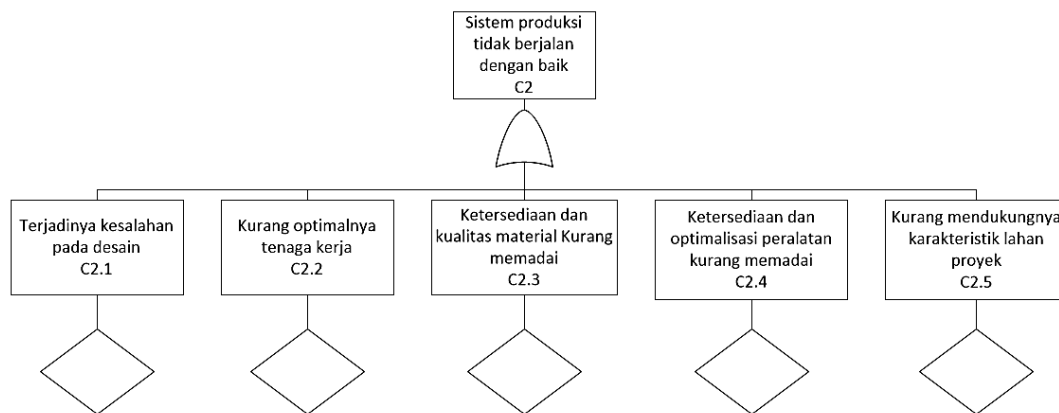
Gambar 4.10 Diagram FTA Pelaksanaan pekerjaan oleh kontraktor tidak berjalan lancar

Kurang matangnya perencanaan dan pengontrolan terhadap pekerjaan oleh kontraktor (Gambar 4.11) disebabkan oleh beberapa peristiwa pada perencanaan yang buruk diantaranya adalah tidak lengkapnya identifikasi pekerjaan, rencana kerja yang tidak tersusun dengan baik sehingga pengerjaan tidak fokus dan menjadikan proyek semakin terlambat, penentuan durasi waktu yang tidak sesuai, metode pelaksanaan pekerjaan yang tidak tepat dapat menyebabkan pekerjaan *rework* atau tidak efektif pada sistem produksi di lapangan, dan *action plan* yang tidak berjalan ini hampir sama dengan pengerjaan yang tidak fokus dan terarah.

Sedangkan untuk peristiwa kurangnya sistem pengontrolan (Gambar 4.11) adalah kurangnya pengawasan dan kontrol terhadap pekerjaan, monitoring dan evaluasi tidak berjalan, hal ini dapat mengakibatkan kemoloran pekerjaan, apabila pengontrolan dari internal kurang baik maka pihak external akan melakukan kontrol kembali untuk meninjau ulang pekerjaan, apabila pekerjaan tidak tepat mutu karena pengawasan dan pengontrolan internal kontraktor kurang baik, maka dapat dipastikan pekerjaan tersebut akan mundur pengerjaannya. Pada pengawasan dan kontrol terhadap pekerjaan yang perlu diperhatikan karena dapat memicu keterlambatan yaitu pada faktor kontrol target pekerjaan yang tidak sesuai rencana, kontrol terhadap kualitas pekerjaan, kontrol terhadap desain dan perubahannya, kontrol perhitungan material, dan yang terakhir yaitu pengarahan kepada tenaga kerja.

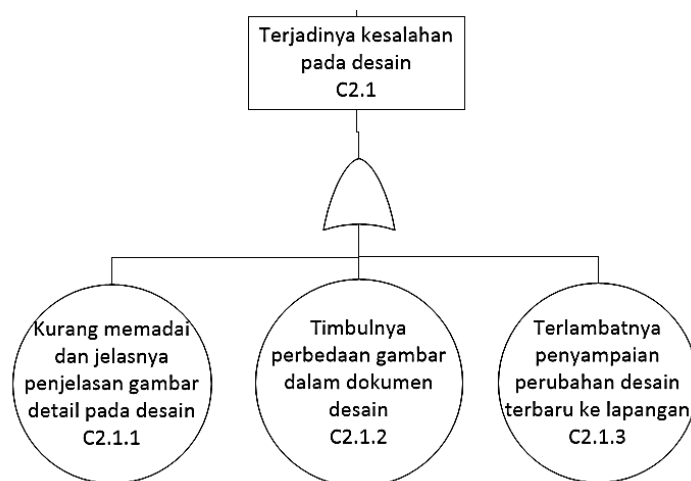


Gambar 4.11 Diagram FTA kurang matangnya perencanaan dan pengontrolan oleh kontraktor



Gambar 4.12 Diagram FTA Sistem produksi yang tidak berjalan dengan baik

Terkait peristiwa sistem produksi yang berjalan tidak baik (Gambar 4.12) disebabkan oleh beberapa peristiwa yang saling berkaitan antara satu hal dan lainnya diantaranya adalah terjadinya kesalahan pada desain, tingkat produktivitas tenaga kerja, material dan pengadaannya, produktivitas peralatan, dan karakteristik lahan pekerjaan. Peristiwa-peristiwa tersebut di dapat dari studi literatur beserta analisis dilapangan.

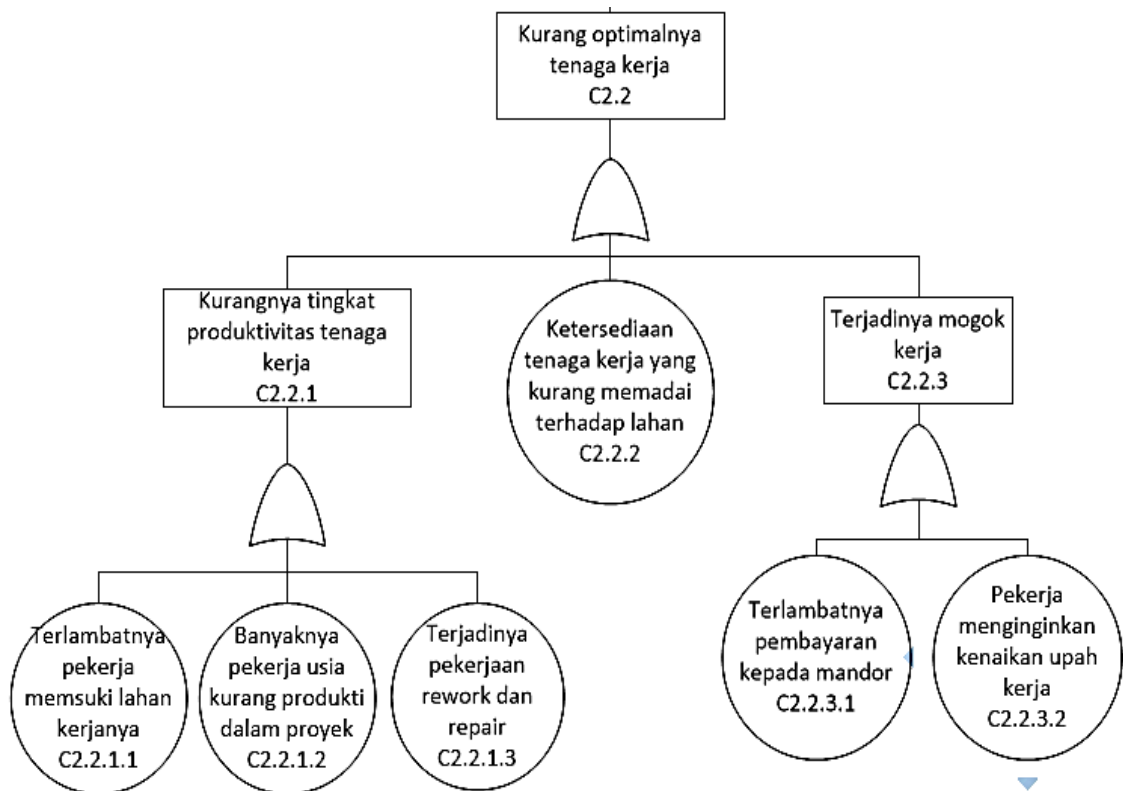


Gambar 4.13 Diagram FTA terjadinya kesalahan pada desain

Berdasarkan penjelasan dari project production manageer dari kontraktor beberapa peristiwa penyebab terjadinya kesalahan pada desain (Gambar 4.13) saat proyek pembangunan Apartemen ini dikarenakan oleh tiga faktor yaitu kurang

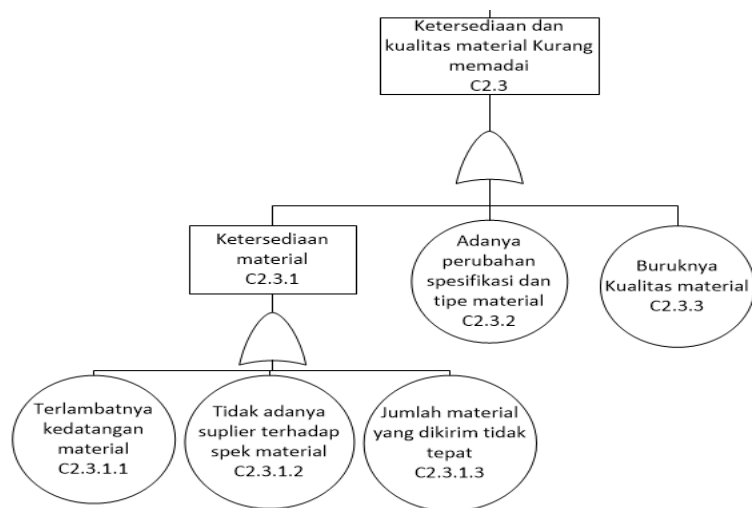


jelasnya penjelasan gambar detail pada *shop drawing*, hal ini dapat mengakibatkan kerancuan dalam pengerjaan dilapangan. Yang kedua timbunya perbedaan gambar dalam dokumen desain, contohnya gambar pada denah dan potongan detail gambar berbeda. Yang ketiga adalah terlambatnya penyampaian perubahan desain yang terbaru ke lapangan, hal ini menyebabkan pekerjaan *rework* apabila telah dikerjakan sehingga pekerjaan menjadi terhambat.



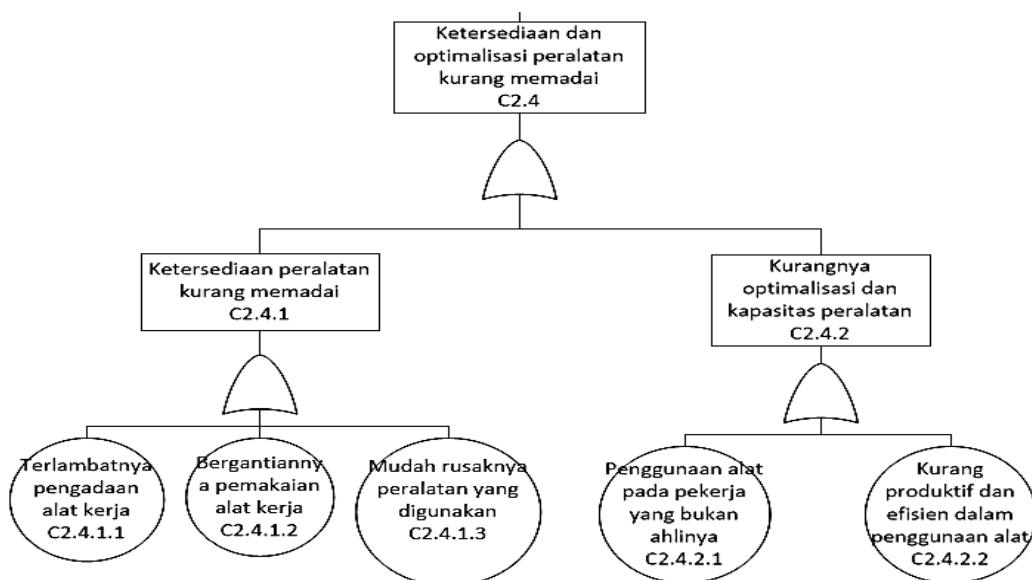
Gambar 4.14 Diagram FTA Kurang optimalnya tenaga kerja

Pada peristiwa kurang optimalnya tenaga kerja (Gambar 4.14) terdapat tiga peristiwa penyebab utama yaitu kurangnya produktivitas, ketersediaan tenaga kerja, dan Terjadinya mogok kerja. Produktifitas pekerja dipengaruhi oleh tiga hal yaitu terlambatnya pekerja memasuki lahan kerjanya, banyaknya pekerja usia kurang produktif, terjadinya pekerjaan rework dan repair. Sedangkan peristiwa terjadinya mogok kerja ini disebabkan karena terlambatnya pembayaran kepada mandor dan pekerja menginginkan kenaikan upah kerja.



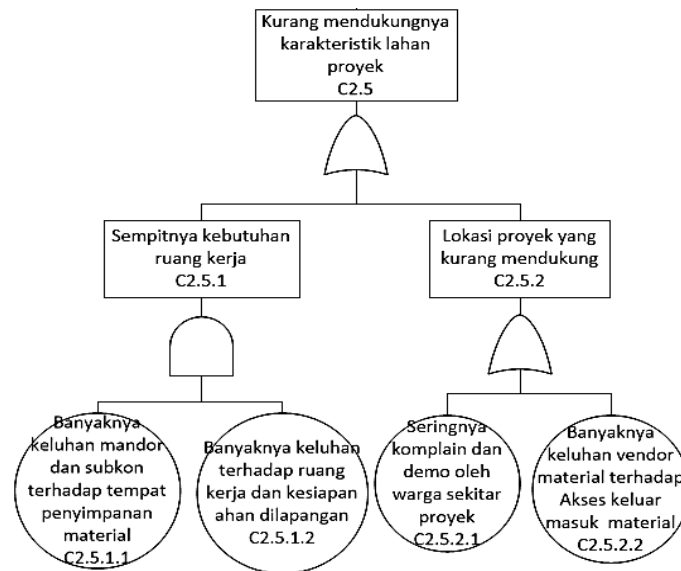
Gambar 4.15 Diagram FTA ketersediaan dan kualitas material kurang memadai

Peristiwa penyebab ketersediaan dan kualitas material kurang memadai disebabkan oleh beberapa peristiwa (Gambar 4.15) yaitu peristiwa ketersediaan material, perubahan spesifikasi/tipe material, dan kualitas material. Dalam ketersediaan material ini di sebabkan oleh beberapa penyebab diantaranya terlambatnya kedatangan material, tidak adanya suplier terhadap spek material, dan jumlah material yang dikirim tidak tepat.



Gambar 4.16 Diagram FTA Ketersediaan dan optimalisasi peralatan kurang memadai

Beberapa peristiwa penyebab keterlambatan dari peralatan (Gambar 4.16) diantaranya ketersediaan peralatan yang kurang memadai, dan kurangnya optimalisasi dan kapasitas peralatan. Ketersediaan peralatan yang kurang memadai dapat mengakibatkan tidak efisiennya tenaga kerja dalam pengerjaannya dan otomatis proses produksi menjadi terganggu, ketersediaan alat yang kurang memadai ini disebabkan karena pengadaan alat terlalu lama, bergantiannya pemakaian alat kerja, dan mudah rusaknya peralatan yang digunakan. Sedangkan optimalisasi dan kapasitas peralatan disebabkan oleh kurangnya kemampuan operator dalam menjalankan peralatan secara produktif dan efisien.

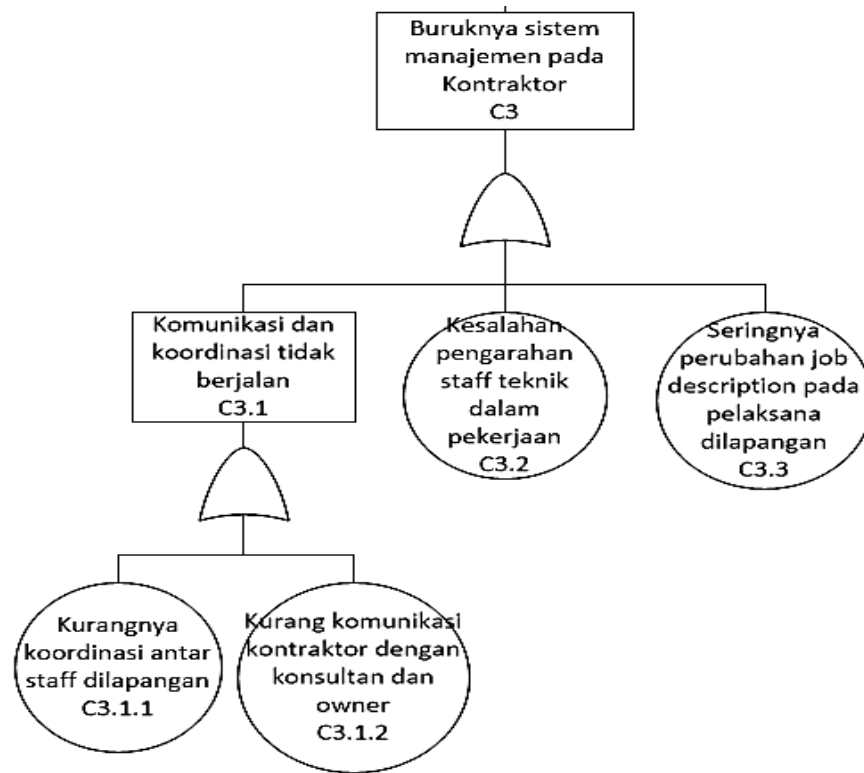


Gambar 4.17 Diagram FTA kurang mendukungnya karakteristik lahan proyek

Peristiwa penyebab kurang mendukungnya karakteristik lahan proyek (Gambar 4.17) merupakan suatu peristiwa penyebab yang dapat menyebabkan keterlambatan, karakteristik lahan disini terbagi menjadi dua yaitu kebutuhan ruang kerja dan lokasi proyek yang kurang mendukung. Kebutuhan ruang kerja pada karakteristik lahan ini dimaksud yaitu banyaknya keluhan mandor dan subkon terhadap tempat penyimpanan material yang memadai dan ruang fabrikasi,

apabila lahan untuk menyimpan material dan ruang fabrikasi tidak memadai otomatis mengganggu keberlangsungan sistem produksi..

Sedangkan untuk lokasi proyek juga mendukung keberlangsungan berjalannya proyek, berdasarkan penjelasan dari owner dan kontraktor penyebab pada lokasi yang kurang mendukung pada proyek apartemen taman melati ini karena terlalu dekatnya dengan pemukiman sehingga muncul komplain/demo warga sekitar akibat dari kebisingan proyek, oleh karena itu komplai dan demo warga sangat menghambat proses produksi mengalami hambatan dalam pengerjaan dan akses keluar masuk lokasi proyek yang sempit dapat menyebabkan terganggunya proses produksi.



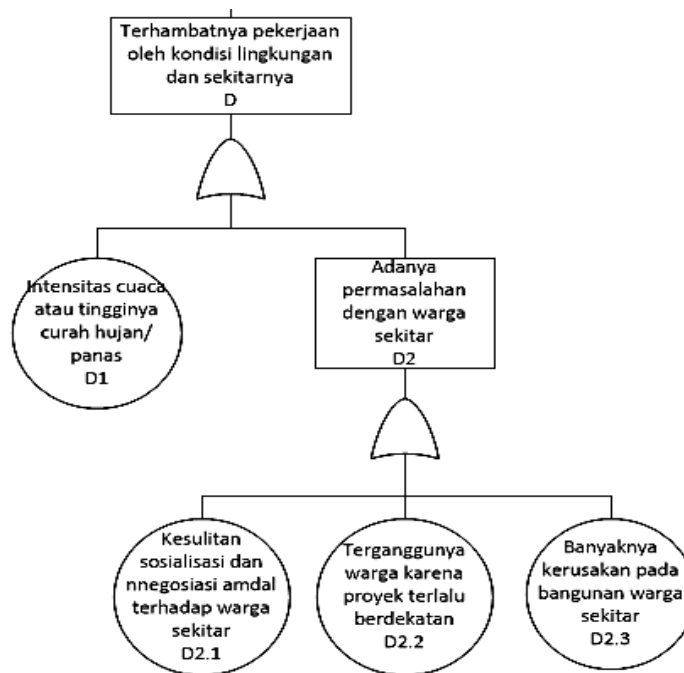
Gambar 4.18 Diagram FTA buruknya sistem manajemen kotraktor

Pada bagian sistem manajemen pada kontraktor (Gambar 4.18) ini terbagi dari beberapa peristiwa penyebab yaitu kurangnya komunikasi dan koordinasi tidak berjalan, kesalahan pengarahan staff teknik dalam pekerjaan, kurang jelasnya job description pada staf yang kurang efektif. Pada faktor komunikasi

dan koordinasi yang tidak berjalan ini disebabkan oleh dua faktor kurangnya koordinasi di lapangan ini sering terjadi karena staf yang dilapangan kurang begitu peduli terhadap pekerjaannya dan kurangnya komunikasi dengan konsultan dan *owner*

#### 4.3.4 Faktor keterlambatan yang di sebabkan oleh lingkungan dan sekitar

Pada Gambar 4.19 di gambarkan diagram faktor penyebab keterlambatan yang disebabkan oleh peristiwa oleh lingkungan dan sekitarnya. peristiwa ini dibagi menjadi dua yaitu terkait kondisi lingkungan terkait intensitas cuaca dan kondisi lingkungan sekitar proyek. untuk peristiwa penyebab lingkungan sekitar proyek yaitu adanya demo warga sekitar, peristiwa tersebut dikarenakan kesulitannya sosialisasi dan negosiasi amdal terhadap warga, terganggunya warga karena proyek terlalu berdekatan, banyaknya kerusakan bangunan warga sekitar proyek, hal ini dapat berakibat sangat besar dalam hal keterlambatan apabila tidak teratasi.



Gambar 4.19 Diagram FTA terlambatnya pekerjaan oleh kondisi lingkungan dan sekitarnya

#### 4.3.5 Kombinasi *Basic Event*

Setelah selesai penggambaran diagram FTA (*Fault Tree Analysis*), maka langkah selanjutnya adalah menganalisis *Fault Tree* secara kuantitatif dengan menggunakan hukum *logic gate* dimana dalam *logic gate* terdapat rumus hukum probabilitas dalam penjumlahan (*or gate*) dan perkalian (*and gate*). Tujuan dari analisis ini adalah mencari *minimal cut set*. penentuan *cut set*. *Cut set* adalah kombinasi pembentuk pohon kesalahan yang mana bila semua terjadi akan menyebabkan peristiwa puncak terjadi. *Minimal cut set* ini adalah kombinasi peristiwa yang paling kecil yang membawa peristiwa yang tidak diinginkan. Sedangkan *mocus* adalah suatu metode untuk mendapatkan *cut set* dan *minimum cut set*. Kombinasi *basic event* didapat dari gambar FTA yang dianalisis dengan hubungan *and gate* atau *or gate*.

Disinilah teknik wawancara dibutuhkan yaitu proses pengambilan *sample* dari probabilitas (*judgment*). Adapun ketentuan probabilitas yang akan diberikan oleh *expert judgment* adalah data yang disesuaikan dengan indeks frekuensi yang diterjemahkan pada Tabel 4.3. berikut:

Tabel 4.3. Kriteria rating probabilitas

Skor	Deskripsi	Definisi
0,8	Very Critical	Selalu terjadi
0,6	Critical	Sering terjadi
0,4	Significant	Kadang-kadang terjadi
0,2	Negligible	Kemungkinan kecil dapat terjadi
0,05	Very Negligible	Tidak pernah terjadi

Sumber : Heldman, 2005

Sehingga dari beberapa responden yang memberikan *judgment*, pada Tabel 4.4, didapat probabilitas untuk setiap *basic event* adalah sebagai berikut:

Tabel 4.4 Probabilitas tiap *basic event*

Kode Kejadian	Nama Kejadian	Probabilitas
A1.1	Terlambatnya merevisi dan menyetujui perubahan desain	0,2
A1.2	Terlambatnya menyetujui approval material	0,4
A1.3.1	Penambahan atau pengurangan pekerjaan	0,2
A1.3.2	Penggantian pekerjaan	0,4
A1.4	Penerapan standard yang terlalu tinggi pada setiap pekerjaan	0,4
A2.1	Terlambatnya angsuran pembayaran kontraktor	0,4
A2.2	Kesalahan dalam pengelolaan keuangan proyek	0,2
A3.1	Kurang koordinasi dan komunikasi oleh owner kepada manajemen konstruksi dan Kontraktor	0,2
A3.2	Terlambat pemilik memberikan intruksi	0,2
A4	Pekerjaan yang terhambat akibat kurangnya kesiapan lahan	0,2
B1.1	Terlambatnya menyetujui perubahan besar dari desain	0,2
B1.2	terhambatnya pekerjaan karena kurangnya pengawalan desain	0,2
B1.3	terlambatnya menyetujui shop drawing	0,2
B2.1.1	Seringnya penagihan persetujuan shop drawing dan spektek oleh kontraktor	0,4
B2.1.2	Terlambatnya penanganan administrasi secara prosedural oleh staff manajemen konstruksi	0,4
B2.2.1	Hasil meeting/koordinasi tidak dilaksanakan atau salah melaksanakan	0,4
B2.2.2	Seringnya missskomunikasi manajemen konstruksi kepada owner dan kontraktor	0,2
B2.3.1	Terlambatnya peninjauan pekerjaan oleh manajemen konstruksi	0,2
B2.3.1	Hasil evaluasi/ceklist pekerjaan belum bisa dikerjakan	0,6
C1.1.1	Tidak lengkapnya identifikasi permasalahan pada setiap pekerjaan	0,2
C1.1.2	Rencana kerja yang tidak tersusun dengan baik	0,2
C1.1.3	Penentuan durasi waktu yang tidak sesuai	0,2
C1.1.4	Metode pelaksanaan pekerjaan yang tidak tepat	0,6
C1.1.5	Action plan mingguan yang tidak berjalan	0,4
C1.2.1.1	Kontrol target pekerjaan tidak sesuai dari rencana	0,2
C1.2.1.2	kurangnya kontrol terhadap kualitas pekerjaan	0,2
C1.2.1.3	Kurangnya kontrol terhadap desain dan perubahannya	0,2
C1.2.1.4	kurangnya kontrol perhitungan material	0,2
C1.2.1.5	Buruknya pengarahan kepada tenaga kerja	0,2
C1.2.2	Perbedaan jadwal main kontraktor dengan vendor lain dalam penyelesaian pekerjaan	0,4

Tabel 4.4 Probabilitas tiap *basic event* (Lanjutan)

Kode Kejadian	Nama Kejadian	Probabilitas
C1.2.3	Monitoring dan evaluasi tidak berjalan	0,2
C2.1.1	kurang memadai dan jelasnya penjelasan gambar detail pada desain	0,2
C2.1.2	Timbulnya perbedaan gambar dalam dokumen desain	0,2
C2.1.3	Terlambatnya penyampaian perubahan desain terbaru ke lapangan	0,4
C2.2.1.1	Terlambatnya pekerja memasuki lahan kerjanya	0,2
C2.2.1.2	Banyaknya pekerja usia kurang produktif dalam proyek	0,05
C2.2.1.3	Terjadinya pekerjaan rework dan repair	0,2
C2.2.2	Ketersediaan tenaga kerja yang kurang memadai terhadap lahan	0,2
C2.2.3.1	Terlambatnya pembayaran kepada mandor	0,2
C2.2.3.2	Pekerja menginginkan kenaikan upah kerja	0,2
C2.3.1.1	Terlambatnya kedatangan material	0,4
C2.3.1.2	Tidak adanya suplier terhadap spek material	0,4
C2.3.1.3	jumlah material yang dikirim tidak tepat	0,2
C2.3.2	Adanya perubahan spesifikasi dan tipe material	0,2
C2.3.3	banyaknya kualitas material yg tidak sesuai standard	0,2
C2.4.1.1	Terlambatnya pengadaan alat kerja	0,2
C2.4.1.2	Bergantianya pemakaian alat kerja	0,2
C2.4.1.3	Mudah rusaknya peralatan yang digunakan	0,2
C2.4.2.1	Penggunaan alat pada pekerja yang bukan ahlinya	0,05
C2.4.2.2	Kurang produktif dan efisien dalam penggunaan alat	0,4
C2.5.1.1	Banyaknya keluhan mandor atau subkon terhadap tempat penyimpanan material yang sempit	0,2
C2.5.1.2	Banyaknya keluhan terhadap ruang kerja dan kesiapan lahan dilapangan	0,4
C2.5.2.1	Seringnya komplain dan demo oleh warga sekitar proyek	0,2
C2.5.2.2	Banyaknya keluhan vendor material terhadap akses keluar masuk material	0,4
C3.1.1	Kurangnya koordinasi antar staf dilapangan	0,2
C3.1.2	Kurangnya komunikasi kontraktor dengan konsultan dan owner	0,2
C3.2	Kesalahan pengarahan staff teknik dalam pekerjaan	0,05
C3.3	seringnya perubahan job description pada pelaksana dilapangan	0,2
D1	Intensitas cuaca atau tingginya curah hujan/panas	0,4
D2.1	kesulitan sosialisasi dan negosiasi amdal terhadap warga	0,2
D2.2	Terganggunya warga karena proyek terlalu berdekatan	0,4
D2.3	Banyaknya kerusakan pada bangunan warga sekitar	0,4



Di dalam melakukan perhitungan *minimal cut set* menggunakan Notasi operator dalam *logic gate*, *OR Gate* gerbang yang menggambarkan gabungan dari kejadian-kejadian merupakan penjumlahan probabilitas dan *AND gate* yang menggambarkan irisan dari kejadian-kejadian merupakan perkalian probabilitas menurut hukum probabilitas. Data probabilitas yang telah diberikan oleh responden ke dalam masing-masing *basic event*, kemudian dikalkulasi pada seluruh FTA. Adapun hasil perhitungan probabilitas dan konsekuensi dari kombinasi *minimal cut set*-nya adalah sebagai berikut:

Kombinasi Cut Set pada OR Gate :

$$\begin{aligned}
 T &= C_1 + C_2 + \dots + C_n \\
 P(T) &= P(C_1 \cup C_2 \dots \cup C_n) \\
 &= (P(C_1) + P(C_2) + \dots + P(C_n) - P(C_1 \cap C_2 \cap \dots C_n)) \dots\dots (2)
 \end{aligned}$$

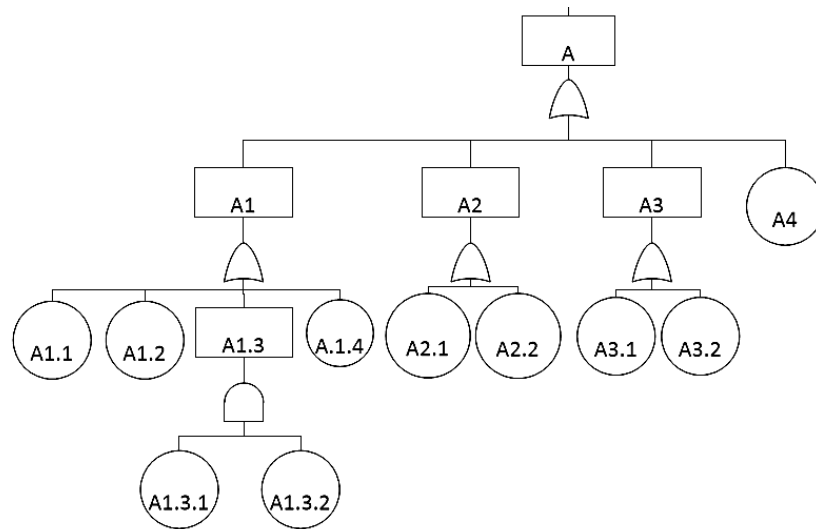
Kombinasi Cut Set pada AND Gate :

$$\begin{aligned}
 T &= C_1 * C_2 * \dots * C_n \\
 P(T) &= P(C_1 \cap C_2 \cap \dots C_n) \\
 &= (P(C_1) * P(C_2) * \dots * P(C_n)) \dots\dots\dots (3)
 \end{aligned}$$

dimana :     T = Hasil *minimal cut set*  
               P(C<sub>n</sub>) = probabilitas untuk *event* C<sub>n</sub>

- a. Analisis pada peristiwa penyebab keterlambatan yang disebabkan oleh *Owner*

Untuk mencari nilai probabilitas intermediate event utama dengan kode A (peristiwa terlambatnya pengambilan tindakan oleh owner) diperlukan probabilitas dari setiap basic event, berikut adalah diagram FTA (Gambar 4.19) dan Tabel 4.5 merupakan minimal cutset dan nilai probabilitas setiap basic event dari peristiwa terlambatnya pengambilan tindakan oleh owner.



Gambar 4.19 Diagram FTA Kode A

Dari Gambar 4.19 Bisa didapat perhitungan kombinasi *minimal cut set* dengan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 A &= A1+A2+A3+A4 \\
 &= (A1.1+A1.2+A1.3+A1.4)+(A2.1+A2.2)+ (A3.1+A3.2)+A4 \\
 &= (A1.1+A1.2+(A1.3.1*A1.3.2)+A1.4)+(A2.1+A2.2)+ \\
 &\quad (A3.1+A3.2)+A4
 \end{aligned}$$

Berdasarkan dari persamaan diatas, kemudian dilakukan perhitungan kombinasi *minimal cut set* berdasarkan nilai probabilitas pada Tabel 4.5. Hasil probabilitas kombinasi *minimal cut set* pada peristiwa terlambatnya pengambilan tindakan oleh owner adalah 0,6878.

Tabel 4.5 *Minimal Cut Set* peristiwa terlambatnya pengambilan tindakan oleh owner

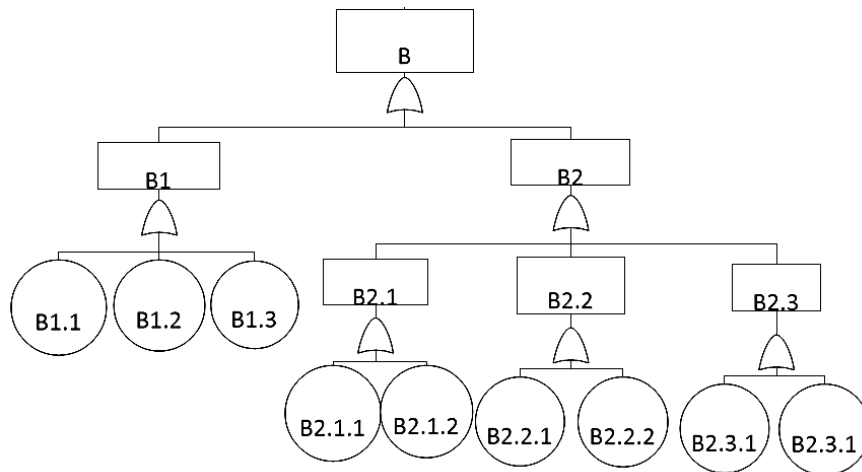
Kode <i>Basic Event</i>	<i>Basic Event</i>	Probabilitas
A1.1	Terlambatnya merevisi dan menyetujui perubahan desain	0,2
A1.2	Terlambatnya menyetujui approval material	0,4
A1.3.1	Penambahan atau pengurangan pekerjaan	0,2

Tabel 4.5 *Minimal Cut Set* peristiwa terlambatnya pengambilan tindakan oleh owner (lanjutan)

Kode <i>Basic Event</i>	<i>Basic Event</i>	Probabilitas
A1.3.2	Penggantian pekerjaan	0,4
A1.4	Penerapan standard yang terlalu tinggi pada setiap pekerjaan	0,4
A2.1	Terlambatnya angsuran pembayaran kontraktor	0,4
A2.2	Kesalahan dalam pengelolaan keuangan proyek	0,2
A3.1	Kurang koordinasi dan komunikasi oleh owner kepada manajemen konstruksi dan Kontraktor	0,2
A3.2	Terlambat pemilik memberikan intruksi	0,2
A4	Pekerjaan yang terhambat akibat kurangnya kesiapan lahan	0,2
<i>Minimal Cut Set</i>		0,6878

- b. Analisis pada peristiwa penyebab keterlambatan yang disebabkan oleh Manajemen Konstruksi

Untuk mencari nilai probabilitas *intermediate event* utama dengan kode B (peristiwa kurangnya pengawasan yang dilakukan oleh manajemen konstruksi) diperlukan probabilitas dari setiap *basic event*, berikut adalah diagram FTA (Gambar 4.20) dan Tabel 4.6. merupakan *minimal cut set* dan nilai probabilitas setiap basic event dari peristiwa kurangnya pengawasan yang dilakukan oleh manajemen konstruksi.



Gambar 4.20 Diagram FTA Kode B

Dari Gambar 4.20 Bisa didapat perhitungan kombinasi *minimal cut set* dengan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 B &= B1+B2 \\
 &=(B1.1+B1.2+B1.3)+(B2.1+B2.2+B2.3) \\
 &=(B1.1+B1.2+B1.3)+((B2.1.1+B2.1.2)+(B2.2.1+B2.2.2)+ \\
 &\quad (B2.3.1+B2.3.2))
 \end{aligned}$$

Berdasarkan dari persamaan diatas, kemudian dilakukan perhitungan kombinasi *minimal cut set* berdasarkan nilai probabilitas pada Tabel 4.6. Hasil probabilitas *minimal cut set* pada peristiwa terlambatnya pengambilan tindakan oleh *owner* adalah 0,8558.

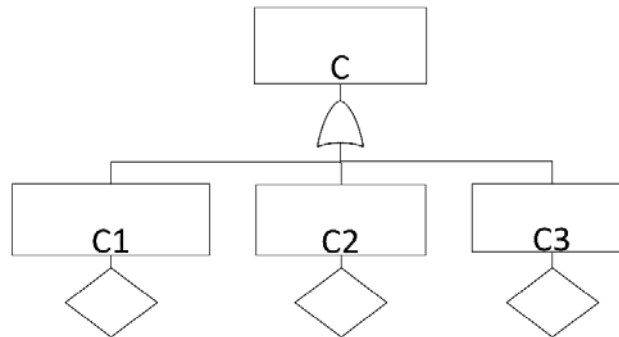
Tabel 4.6 *Minimal Cut Set* peristiwa kurangnya pengawasan yang dilakukan oleh Manajemen Konstruksi

Kode <i>Basic Event</i>	<i>Basic Event</i>	Probabilitas
B1.1	Terlambatnya menyetujui perubahan besar dari desain	0,2
B1.2	terhambatnya pekerjaan karena kurangnya pengawalan desain	0,2
B1.3	terlambatnya menyetujui shop drawing	0,2
B2.1.1	Seringnya penagihan persetujuan shop drawing dan spektek oleh kontraktor	0,4
B2.1.2	Terlambatnya penanganan administrasi secara prosedural oleh staff manajemen konstruksi	0,4
B2.2.1	Hasil meeting/koordinasi tidak dilaksanakan atau salah melaksanakan	0,4
B2.2.2	Seringnya missskomunikasi manajemen konstruksi kepada owner dan kontraktor	0,2
B2.3.1	Terlambatnya peninjauan pekerjaan oleh manajemen konstruksi	0,2
B2.3.1	Hasil evaluasi/ceklist pekerjaan belum bisa dikerjakan	0,6
<i>Minimal Cut Set</i>		0,8558

- c. Analisis pada peristiwa penyebab keterlambatan yang disebabkan oleh Kontraktor

Untuk mencari nilai probabilitas *intermediate event* utama dengan kode C (peristiwa pelaksanaan pekerjaan kontraktor tidak berjalan lancar) diperlukan probabilitas dari setiap *basic event*, dan untuk mencari

kombinasi *minimal cut set* dari peristiwa ini digunakan persamaan  $C = C1+C2+C3$ . Sebelum menghitung kombinasi *minimal cut set* tersebut dibutuhkan nilai probabilitas C1,C2, dan C3. berikut adalah diagram dari peristiwa pelaksanaan pekerjaan kontraktor tidak berjalan lancar (Gambar 4.21 )



Gambar 4.21 Diagram FTA Kode C

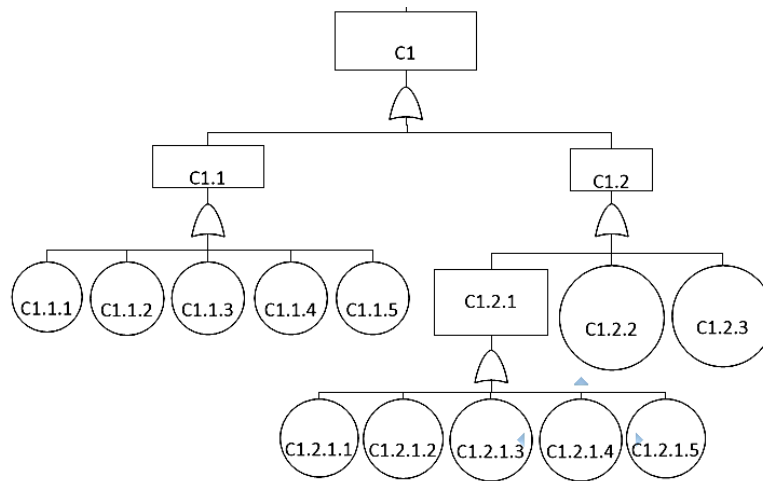
Tabel 4.7 *Minimal Cut Set* peristiwa pelaksanaan pekerjaan oleh Kontraktor tidak berjalan lancar

Kode <i>Basic Event</i>	<i>Basic Event</i>	Probabilitas
C1.1.1	Tidak lengkapnya identifikasi permasalahan pada setiap pekerjaan	0,2
C1.1.2	Rencana kerja yang tidak tersusun dengan baik	0,2
C1.1.3	Penentuan durasi waktu yang tidak sesuai	0,2
C1.1.4	Metode pelaksanaan pekerjaan yang tidak tepat	0,6
C1.1.5	Action plan mingguan yang tidak berjalan	0,4
C1.2.1.1	Kontrol target pekerjaan tidak sesuai dari rencana	0,2
C1.2.1.2	kurangnya kontrol terhadap kualitas pekerjaan	0,2
C1.2.1.3	Kurangnya kontrol terhadap desain dan perubahannya	0,2
C1.2.1.4	kurangnya kontrol perhitungan material	0,2
C1.2.1.5	Buruknya pengarahan kepada tenaga kerja	0,2
C1.2.2	Perbedaan jadwal main kontraktor dengan vendor lain dalam penyelesaian pekerjaan	0,4
C1.2.3	Monitoring dan evaluasi tidak berjalan	0,2
C2.1.1	kurang memadai dan jelasnya penjelasan gambar detail pada desain	0,2
C2.1.2	Timbulnya perbedaan gambar dalam dokumen desain	0,2

Tabel 4.7 Minimal Cut Set peristiwa pelaksanaan pekerjaan oleh  
Kontraktor tidak berjalan lancar (lanjutan)

Kode <i>Basic Event</i>	<i>Basic Event</i>	Probabilitas
C2.1.3	Terlambatnya penyampaian perubahan desain terbaru ke lapangan	0,4
C2.2.1.1	Terlambatnya pekerja memasuki lahan kerjanya	0,2
C2.2.1.2	Banyaknya pekerja usia kurang produktif dalam proyek	0,05
C2.2.1.3	Terjadinya pekerjaan rework dan repair	0,2
C2.2.2	Ketersediaan tenaga kerja yang kurang memadai terhadap lahan	0,2
C2.2.3.1	Terlambatnya pembayaran kepada mandor	0,2
C2.2.3.2	Pekerja menginginkan kenaikan upah kerja	0,2
C2.3.1.1	Terlambatnya kedatangan material	0,4
C2.3.1.2	Tidak adanya supplier terhadap spek material	0,4
C2.3.1.3	jumlah material yang dikirim tidak tepat	0,2
C2.3.2	Adanya perubahan spesifikasi dan tipe material	0,2
C2.3.3	banyaknya kualitas material yg tidak sesuai standard	0,2
C2.4.1.1	Terlambatnya pengadaan alat kerja	0,2
C2.4.1.2	Bergantinya pemakaian alat kerja	0,2
C2.4.1.3	Mudah rusaknya peralatan yang digunakan	0,2
C2.4.2.1	Penggunaan alat pada pekerja yang bukan ahlinya	0,05
C2.4.2.2	Kurang produktif dan efisien dalam penggunaan alat	0,4
C2.5.1.1	Banyaknya keluhan mandor atau subkon terhadap tempat penyimpanan material yang sempit	0,2
C2.5.1.2	Banyaknya keluhan terhadap ruang kerja dan kesiapan lahan dilapangan	0,4
C2.5.2.1	Seringnya komplain dan demo oleh warga sekitar proyek	0,2
C2.5.2.2	Banyaknya keluhan vendor material terhadap akses keluar masuk material	0,4
C3.1.1	Kurangnya koordinasi antar staf dilapangan	0,2
C3.1.2	Kurangnya komunikasi kontraktor dengan konsultan dan owner	0,2
C3.2	Kesalahan pengarahan staff teknik dalam pekerjaan	0,05
C3.3	seringnya perubahan job description pada pelaksana dilapangan	0,2
<i>Minimal Cut Set</i>		0,9997

Gambar 4.22 Adalah diagram yang digunakan untuk mencari kombinasi nilai *minimal cut set* dari C1 (peristiwa kurang matangnyaperencanaan dan pengontrolan oleh kontraktor).

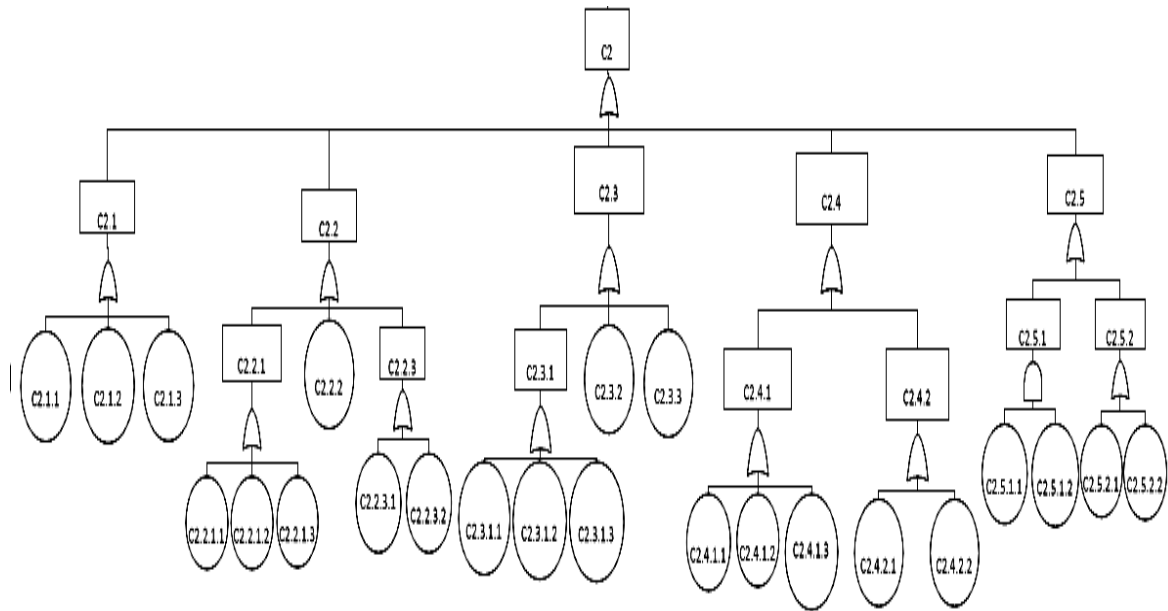


Gambar 4.22 Diagram FTA Kode C1

Dari Gambar 4.22 Bisa didapat perhitungan kombinasi *minimal cut set* dengan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 C1 &= C1.1 + C1.2 \\
 &= (C1.1.1 + C1.1.2 + C1.1.3 + C1.1.4 + C1.1.5) + (C1.2.1 + \\
 &\quad C1.2.2 + C1.2.3) \\
 &= (C1.1.1 + C1.1.2 + C1.1.3 + C1.1.4 + C1.1.5) + ((C1.2.1.1 + \\
 &\quad C1.2.1.2 + C1.2.1.3 + C1.2.1.4 + C1.2.1.5) + C1.2.2 + C1.2.3)
 \end{aligned}$$

Berdasarkan dari persamaan diatas, kemudian dilakukan perhitungan kombinasi *minimal cut set* berdasarkan nilai probabilitas pada Tabel 4.7. Hasil probabilitas kombinasi *minimal cut set* pada peristiwa kurang matangnya perencanaan dan pengontrolan oleh kontraktor adalah 0,9850.



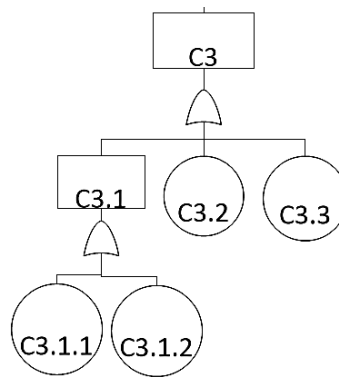
Gambar 4.23 Diagram FTA Kode C2

Dari Gambar 4.23 Peristiwa sistem produksi yang tidak berjalan lancar bisa didapat perhitungan kombinasi *minimal cut set* dengan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 C2 &= C2.1+C2.2+C2.3+C2.4+C2.5 \\
 &= (C2.1.1+ C2.1.2+ C2.1.3) + (C2.2.1+C2.2.2+C2.2.3) \\
 &\quad +(C2.3.1+C2.3.2+C2.3.3) + (C2.4.1+C2.4.2) + (C2.5.1 \\
 &\quad +C2.5.2) \\
 &= (C2.1.1+ C2.1.2+ C2.1.3) + ((C2.2.1.1+ C2.2.1.2+ \\
 &\quad C2.2.1.3)+C2.2.2+(C2.2.3.1+C2.2.3.2))+((C2.3.1.1+ \\
 &\quad C2.3.1.2+ C2.3.1.3)+C2.3.2+C2.3.3) + (C2.4.1.1+ C2.4.1.2+ \\
 &\quad C2.4.1.3)+(C2.4.2.1+ C2.4.2.2)) + ((C2.5.1.1* \\
 &\quad C2.5.1.2)+(C2.5.2.1+ C2.5.2.2))
 \end{aligned}$$

Berdasarkan dari persamaan diatas, kemudian dilakukan perhitungan kombinasi *minimal cut set* berdasarkan nilai probabilitas pada Tabel 4.7. Hasil probabilitas kombinasi *minimal cut set* pada peristiwa sistem produksi yang tidak berjalan lancar adalah 0,9595.





Gambar 4.24 Diagram FTA Kode C3

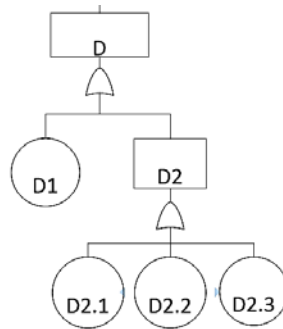
Dari Gambar 4.24 Peristiwa buruknya manajemen pada kontraktor bisa didapat perhitungan kombinasi *minimal cut set* dengan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 C3 &= C3.1 + C3.2 + C3.3 \\
 &= (C3.1.1 + C3.1.2 + C3.1.3) + C3.2 + C3.3
 \end{aligned}$$

Berdasarkan dari persamaan diatas, kemudian dilakukan perhitungan kombinasi *minimal cut set* berdasarkan nilai probabilitas pada Tabel 4.7 Hasil probabilitas kombinasi *minimal cut set* pada peristiwa buruknya manajemen pada kontraktor adalah 0,5136.

Setelah dilakukan perhitungan kombinasi *minimal cut set* pada C1, C2, dan C3. Selanjutnya melakukan perhitungan kombinasi minimal cut set pada kode C (Peristiwa pelaksanaan pekerjaan kontraktor tidak berjalan baik) dengan persamaan  $C = C1 + C2 + C3$ . Berdasarkan hasil perhitungan probabilitas kombinasi *minimal cut set* pada  $C1 = 0,9850$  ,  $C2 = 0,9595$  , dan  $C3 = 0,5136$ . Maka diperoleh probabilitas kombinasi *minimal cut set* pada peristiwa pelaksanaan pekerjaan kontraktor tidak berjalan baik sebesar 0,9997

- d. Analisis pada faktor keterlambatan yang disebabkan oleh Lingkungan dan sekitarnya



Gambar 4.25 Diagram FTA Kode D

Dari Gambar 4.25 bisa didapat perhitungan kombinasi *minimal cut set* dengan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 D &= D1 + D2 \\
 &= D1 + (D2.1 + D2.2 + D2.3)
 \end{aligned}$$

Berdasarkan dari persamaan diatas, kemudian dilakukan perhitungan kombinasi *minimal cut set* berdasarkan nilai probabilitas pada Tabel 4.8. Hasil probabilitas kombinasi *minimal cut set* pada peristiwa terlambatnya pengambilan tindakan oleh owner adalah 0,8272.

Tabel 4.8 *Minimal Cut Set* peristiwa terhambatnya pekerjaan oleh kondisi lingkungan dan sekitarnya

Kode <i>Basic Event</i>	<i>Basic Event</i>	Probabilitas
D1	Intensitas cuaca atau tingginya curah hujan/panas	0,4
D2.1	kesulitan sosialisasi dan negosiasi amdal terhadap warga	0,2
D2.2	Terganggunya warga karena proyek terlalu berdekatan	0,4
D2.3	Banyaknya kerusakan pada bangunan warga sekitar	0,4
Minimal Cut Set		0,8272

Setelah diketahui masing-masing kombinasi *minimal cut set* dari *intermediate event* utama FTA. Untuk peristiwa“Terlambatnya pengambilan tindakan oleh *Owner*” probabilitasnya adalah 0,6878, kemudian untuk

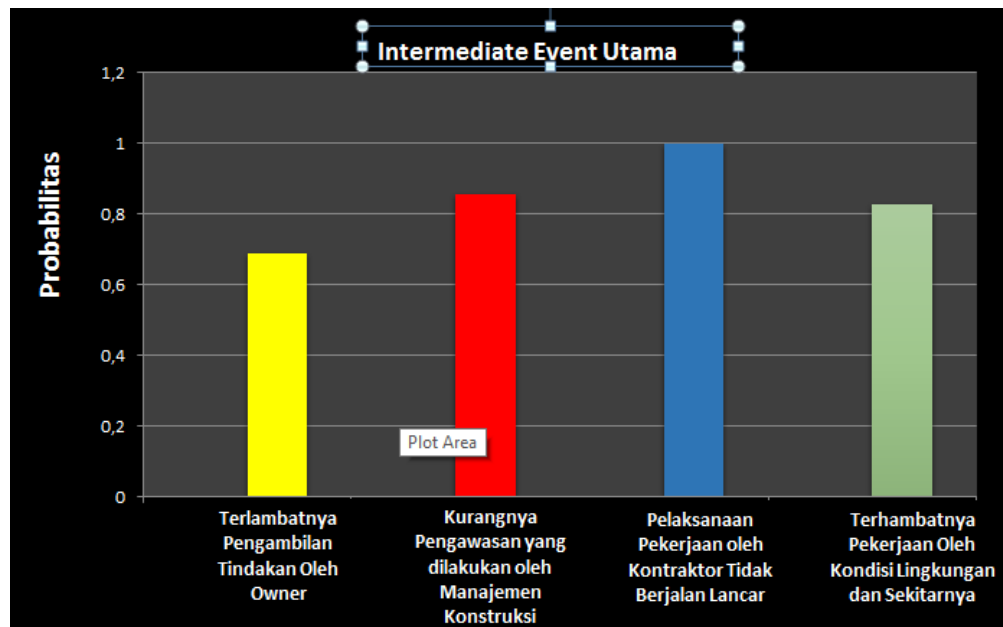
“Kurangnya pengawasan yang dilakukan oleh Manajemen Konstruksi” adalah 0,8558, untuk “Pelaksanaan pekerjaan oleh Kontraktor tidak berjalan lancar” yaitu 0,9997, dan untuk “Terhambatnya pekerjaan oleh kondisi lingkungan dan sekitar” adalah 0,8272. Jadi jumlah total probabilitas kombinasi *minimal cut set* untuk *Top Event* adalah:

$$T = C1 + C2 + \dots + Cn$$

$$T = A + B + C + D$$

$$= 0,6878 + 0,8558 + 0,9997 + 0,8272$$

$$= 0,7342$$



Gambar 4.26. Grafik perbandingan probabilitas *minimal cut set* dari tiap *intermediate event* utama

Gambar 4.26 menunjukkan perbandingan besar probabilitas dari tiap *intermediate event* utama. Dapat diketahui dari analisis yang ditampilkan dalam gambar di atas probabilitas paling tinggi yaitu keterlambatan yang disebabkan oleh peristiwa pelaksanaan pekerjaan oleh kontraktor tidak berjalan lancar dengan probabilitas 0,9997. Yang dimaksud dengan peristiwa yang disebabkan oleh kontraktor di sini adalah peristiwa yang terlibat langsung dengan kontraktor

seperti kurang matangnya perencanaan dan pengontrolan oleh kontraktor, sistem produksi yang tidak berjalan dengan baik, dan buruknya manajemen internal kontraktor. Diikuti peristiwa penyebab oleh manajemen konstruksi dengan probabilitas 0,8558. peristiwa oleh manajemen konstruksi ini menjadi penting dikarenakan pengawalan biaya, waktu, dan mutu merupakan tanggung jawab dari manajemen konstruksi. Kemudian oleh peristiwa keterlambatan akibat kondisi lingkungan dan sekitar dengan probabilitas 0,8272. Peristiwa dari kondisi lingkungan dan sekitar yang sering terjadi pada faktor ini adalah demo warga. Dan yang paling kecil peristiwa dari *owner*, peristiwa dari *owner* meliputi terlambatnya *owner* dalam mengambil keputusan, terlambatnya *owner* dalam melakukan pembayaran, terkendala komunikasi kepada pihak terkait, serta kesiapan lahan yang akan diserahkan pada kontraktor.

#### 4.4 Analisis skenario dampak keterlambatan menggunakan ETA

Diagram *Event Tree Analysis* (ETA) adalah suatu metode analisis untuk mencari akibat dari gagalnya suatu sistem dalam hal ini adalah keterlambatan proyek pembangunan Apartemen. Disini akan dijelaskan secara menyeluruh mengenai akibat gagalnya pembangunan proyek apartemen sehingga mengakibatkan keterlambatan mulai dari akibat kegagalan dari *pivotal event* yang tidak berjalan maksimal, hingga *output* yang dihasilkan dari gagalnya suatu *pivotal event*. Semua proses tersebut akan dijabarkan dalam bentuk diagram ETA sehingga nantinya dapat diketahui akibat permasalahan, probabilitas, dan *risk matrix* nya.

Proses analisis dimulai dengan penentuan *initiating event* yang telah lebih dulu dianalisis dalam *fault tree analysis* sebagai *intermediate event* utama yaitu Keterlambatan Proyek pembangunan Apartemen yang diakibatkan oleh *Owner*, Manajemen Konstruksi, Kontraktor, dan external. *pivotal event* didapat dari analisis FTA dengan menggunakan *intermediate event* sebagai pencegahan akan dampak yang terjadi serta nilai konsekuensi setiap *pivotal event* di dapat dari konsekuensi tiap *intermediate event* yang ada pada analisis FTA. Kemudian didapat *pivotal event* (Tabel 4.9 sampai 4.12) pada masing-masing *initiating event* adalah sebagai berikut:

Untuk *initiating event* keterlambatan oleh *Owner* diperoleh 4 pivotal event diantaranya terdapat pada tabel 4.9

Tabel 4.9. *Pivotal event* pada *initiating event* keterlambatan oleh  
*Owner*

No	Pivotal Event
1	Adanya keputusan-keputusan yang cepat teratasi
2	Proses keuangan yang berjalan lancar
3	Hubungan terhadap stakeholder berjalan baik
4	Tersedianya kesiapan lahan

Untuk *initiating event* keterlambatan oleh Manajemen Konstruksi diperoleh 2 pivotal event diantaranya terdapat pada tabel 4.10.

Tabel 4.10. *Pivotal event* pada *initiating event* keterlambatan oleh  
Manajemen Konstruksi.

No	Pivotal Event
1	Pengawasan desain secara prosedural dan benar
2	Sistem kontrol terhadap waktu, biaya, dan kualitas berjalan dengan baik

Untuk *initiating event* keterlambatan oleh Kontraktor diperoleh 3 pivotal event diantaranya terdapat pada tabel 4.11.

Tabel 4.11. *Pivotal event* pada *initiating event* keterlambatan oleh  
Kontraktor

No	Pivotal Event
1	Adanya perencanaan serta pengontrolan yang terstruktur dan terevaluasi dengan baik
2	Penanganan sistem produksi yang berjalan lancar
3	Perbaikan sistem manajemen kontraktor

Untuk *initiating event* keterlambatan oleh Kondisi lingkungan sekitar diperoleh 1 pivotal event diantaranya terdapat pada tabel 4.11.

Tabel 4.12. Pivotal event pada *initiating event* keterlambatan oleh  
Kondisi lingkungan sekitar

No	Pivotal Event
1	Teratasinya permasalahan akibat dari kondisi lingkungan sekitar (demo warga)

#### 4.4.1. Probabilitas dan konsekuensi Pivotal Event

Setelah melakukan proses penyusunan diagram *event tree*, kemudian penentuan probabilitas dan konsekuensi dari masing-masing *pivotal event*. Dengan teknik dan proses yang sama seperti penentuan probabilitas dan konsekuensi dari *basic event* pada *fault tree*. Untuk menghitung konsekuensi dilakukan berdasarkan kriteria rating konsekuensi (Tabel 4.13). teknik wawancara kuisioner dibutuhkan untuk pengambilan *sample* dari probabilitas (*judgment*) dan konsekuensi dampak.

Tabel 4.13. Kriteria rating konsekuensi

Project Objective	Very Low / .05	Low / 0.10	Moderate / 0.20	High / 0.40	Very High / 0.80
Keberlanjutan Proyek	Proyek terlambat namun dapat diatasi dengan perencanaan cadangan	Proyek terlambat namun perencanaan cadangan tidak berjalan baik	Proyek terlambat, man power tidak mendukung, biaya semakin bertambah	Proyek terbelengkalai dan tidak ada perencanaan yang pasti. Tidak ada progres yang signifikan	Proyek gagal berlanjut
Biaya	Kenaikan biaya yang tidak signifikan	Biaya meningkat <10%	Biaya Meningkat 10-20%	Biaya Meningkat 20-40%	Biaya meningkat >40%
waktu	Penambahan waktu yang tidak signifikan	Waktu Bertambah <5%	Waktu Bertambah 5-10%	Waktu Bertambah 10-20%	Waktu Bertambah >20%

Pada tabel 4.14 ini didapat probabilitas dan konsekuensi untuk masing-masing *pivotal event* pada owner adalah sebagai berikut:

Tabel 4.14. Probabilitas dan konsekuensi pada *Initiating Event*  
(Owner)

No	<i>Pivotal Event</i>	Probabilitas	Konsekuensi
1	Adanya keputusan-keputusan yang cepat teratasi	0,6	0,17
2	Proses keuangan yang berjalan lancar	0,8	0,22
3	Hubungan terhadap stakeholder berjalan baik	0,8	0,09
4	Tersedianya kesiapan lahan	0,9	0,10

Pada tabel 4.15 ini didapat probabilitas dan konsekuensi untuk masing-masing *pivotal event* pada manajemen konstruksi adalah sebagai berikut:

Tabel 4.15. Probabilitas dan konsekuensi pada *Initiating Event*  
(Manajemen Konstruksi)

No	<i>Pivotal Event</i>	Probabilitas	Konsekuensi
1	Pengawasan desain secara prosedural dan benar	0,8	0,284
2	Sistem kontrol terhadap waktu, biaya, dan kualitas berjalan dengan baik	0,8	0,363

Pada tabel 4.16 ini didapat probabilitas dan konsekuensi untuk masing-masing *pivotal event* pada *owner* adalah sebagai berikut:

Tabel 4.16. Probabilitas dan konsekuensi pada *Initiating Event*  
(Kontraktor)

No	<i>Pivotal Event</i>	Probabilitas	Konsekuensi
1	Adanya perencanaan serta pengontrolan yang terstruktur dan terevaluasi dengan baik	0,8	0,2981
2	Penanganan sistem produksi yang berjalan lancar	0,8	0,0078
3	Perbaikan sistem manajemen kontraktor	0,9	0,1146

Pada tabel 4.17 ini didapat probabilitas dan konsekuensi untuk masing-masing *pivotal event* pada kondisi lingkungan sekitar adalah sebagai berikut:

Tabel 4.17. Probabilitas dan konsekuensi pada *Initiating Event* (kondisi lingkungan sekitar)

No	<i>Pivotal Event</i>	Probabilitas	Konsekuensi
1	Teratasinya gangguan faktor sosial (Demo warga, aturan pemerintah, dll)	0,9	0,6612

Setelah didapat analisis probabilitas dan konsekuensi maka dilakukan analisis event tree pada diagram yang telah ditentukan. Berikut diagram event tree berdasarkan analisis probabilitas dan konsekuensi pada setiap initiating event pada *Owner*, Manajemen Konstruksi, Kontraktor, dan Kondisi lingkungan dan sekitar.

Probabilitas di atas mewakili jika *pivotal event* sukses (*success*) yang dalam hal ini dinotasikan “Yes”. Sehingga besar probabilitas untuk *event* yang gagal (*fail*) atau bernotasi “No” adalah:

$$P_{\text{success}} + P_{\text{fail}} = 1 \dots \dots \dots [4]$$

Jadi,

$$P_{\text{fail}} = 1 - P_{\text{success}} \dots \dots \dots [5]$$

Untuk analisis Probabilitas setiap skenario kejadian pada outcome adalah sebagai berikut.

*Outcome* Probabilitas :

$$P_A = (P_{IE}) (P_{1s}) (P_{2s}) (P_{3s}) \dots \dots \dots (P_{ns}) \dots \dots \dots [6]$$

Sedangkan untuk perhitungan konsekuensi setiap skenario kejadian pada *outcome* dilakukan penjumlahan konsekuensi pada *Pivotal event* yang gagal(fail). Pada Gambar 4.27 merupakan analisis diagram ETA tentang keterlambatan pembangunan proyek apartemen, dengan *Initiating Event* keterlambatan proyek yang di akibatkan oleh *Owner*.



Initiating Event	Pivotal Event				Outcome	
	Adanya keputusan-keputusan yang cepat teratasi	Proses keuangan yang berjalan lancar	Hubungan Komunikasi kepada pihak stakeholder project berjalan baik	Tersedianya Kesiapan Lahan	Konsekuensi	Probabilitas
Keterlambatan proyek yang diakibatkan oleh Owner = 0,6878	Yes 0,6 No 0,4	Yes 0,8 No 0,2	Yes 0,8 No 0,2	Yes 0,9	0	0,2377
				No 0,1	0,1	0,0264
				Yes 0,9	0,09	0,0594
				No 0,1	0,1	0,0066
				Yes 0,9	0,22	0,0594
				No 0,1	0,32	0,0066
				Yes 0,9	0,31	0,0149
				No 0,1	0,41	0,0017
				Yes 0,9	0,16608	0,1585
				No 0,1	0,26608	0,0176
				Yes 0,9	0,38608	0,0396
				No 0,1	0,35608	0,0044
				Yes 0,9	0,38608	0,0396
				No 0,1	0,48608	0,0044
				Yes 0,9	0,47608	0,0099
				No 0,1	0,57608	0,0011
Konsekuensi	0,16608	0,22	0,09	0,1		0,6878

Gambar 4.27 Diagram ETA dengan *initiating event* (Owner)

Pada Gambar 4.28 merupakan analisis diagram ETA tentang keterlambatan pembangunan proyek apartemen, dengan *Initiating Event* keterlambatan proyek yang di akibatkan oleh Manajemen Konstruksi.

Initiating Event	Pivotal Event		Outcome	
	Pengawasan desain secara prosedural dan benar	Sistem Kontrol terhadap waktu,biaya, dan kualitas berjalan dengan baik	Konsekuensi	Probabilitas
Keterlambatan proyek yang diakibatkan oleh Manajemen Konstruksi = 0,8558	Yes 0,8 No 0,2	Yes 0,8	0	0,547725
		No 0,2	0,3632	0,136931
		Yes 0,8	0,284	0,136931
		No 0,2	0,6472	0,034233
Konsekuensi	0,284	0,3632		0,855821

Gambar 4.28 Diagram ETA dengan *initiating event* (Manajemen Konstruksi)

Gambar 4.29 dibawah ini merupakan analisis diagram ETA tentang keterlambatan pembangunan proyek apartemen, dengan *Initiating Event* keterlambatan proyek yang di akibatkan oleh Kontraktor.

Initiating Event	Pivotal Event			Outcome	
	Adanya perencanaan serta pengontrolan yang terstruktur dan terevaluasi dengan baik	Penanganan sistem produksi yang berjalan lancar	Perbaikan sistem manajemen kontraktor	Konsekuensi	Probabilitas
Keterlambatan proyek yang diakibatkan oleh Kontraktor = 0,9997	Yes 0,8 No 0,2	Yes 0,9 No 0,1	Yes 0,9	0	0,647809
			No 0,1	0,114633	0,071979
			Yes 0,9	0,007877	0,071979
			No 0,1	0,12251	0,007998
			Yes 0,9	0,298117	0,161952
			No 0,1	0,41275	0,017995
			Yes 0,9	0,305994	0,017995
			No 0,1	0,420627	0,001999
Konsekuensi	0,298116846	0,007876864	0,114633333		0,999705

Gambar 4.29 Diagram ETA dengan *initiating event* (Kontraktor)

Pada Gambar 4.30 merupakan analisis diagram ETA tentang keterlambatan pembangunan proyek apartemen, dengan *Initiating Event* keterlambatan proyek yang diakibatkan oleh Kondisi lingkungan sekitar.

Initiating Event	Pivotal Event	Outcome	
	Teratasinya permasalahan akibat dari kondisi lingkungan sekitar (demo warga)	Konsekuensi	Probabilitas
Keterlambatan proyek yang diakibatkan oleh Kondisi Lingkungan dan sekitar = 0,8272	Yes 0,9	0	0,74448
	No 0,1	0,6112	0,08272
Konsekuensi	0,6112		0,8272

Gambar 4.30 Diagram ETA dengan *initiating event* (Kondisi lingkungan sekitar)

#### 4.5 Analisis Tingkat Risiko

Rating frekuensi dan rating konsekuensi yang didapat dari analisis *event tree* kemudian dipergunakan untuk proses penentuan tingkat risiko. Adapun *risk matrix* yang dipergunakan dalam penentuan tingkat risiko adalah sebagai berikut:

Tabel 4.18 Kriteria risk matrix

Probabilitas	Konsekuensi				
	Very Low	Low	Moderate	High	Very High
Almost Certain	M	H	E	E	E
Likely	M	H	H	E	E
Possible	L	M	H	H	E
Unlikely	L	M	M	H	H
Rare	L	L	M	M	H

Keterangan:

*L = Low; M = Moderate; H = High; E = Extreme.*

Probabilitas dari hasil ETA kemudian akan digunakan ke dalam penentuan kategori rating frekuensi dalam *risk matrix*. Berikut rating frekuensi yang digunakan untuk *risk matrix*.

Tabel 4.19 Rating frekuensi untuk *risk matrix*

No	Skala	Kualitatif	
1	s.d 0,1	<i>Rare</i>	Cenderung dipastikan tidak mungkin terjadi
2	>0,1 s.d 0,2	<i>Unlikely</i>	Kemungkinan kecil dapat terjadi
3	>0,2 s.d 0,3	<i>Possible</i>	Sama kemungkinan antara terjadi atau tidak terjadi
4	>0,3 s.d 0,4	<i>Likely</i>	Kemungkinan benar dapat terjadi
5	>0,4	<i>Almost Certain</i>	Cenderung dipastikan sangat sering terjadi

Sehingga berdasarkan analisis yang telah dilakukan dalam analisis ETA mendapatkan outcome yang mengacu pada ketentuan rating frekuensi (Tabel 4.19) dan rating konsekuensi (Tabel 4.13) untuk menentukan tingkat resiko pada setiap skenario dampak yang dilakukan pada analisis ETA, pada Tabel 4.20 merupakan analisis tingkat risiko dari skenario dampak yang dihasilkan oleh analisis ETA pada *initiating event* (keterlambatan yang diakibatkan oleh *Owner*) sebagai berikut:

Tabel 4.20 Tingkat risiko *outcome* dari keterlambatan yang diakibatkan oleh *Owner*.

Outcome	Probabiitas	Rating Probabilitas	konsekuensi	Rating Konsekuensi	Tingkat Risiko
1	0,238	Possible	0	Very Low	Low
2	0,026	Rare	0,1	Low	Low
3	0,059	Rare	0,09	Very Low	Low
4	0,007	Rare	0,1	Low	Low
5	0,059	Rare	0,22	Moderate	Moderate
6	0,007	Rare	0,32	Moderate	Moderate
7	0,015	Rare	0,31	Moderate	Moderate
8	0,002	Rare	0,41	High	Moderate
9	0,158	Unlikely	0,166	Low	Moderate
10	0,018	Rare	0,266	Moderate	Moderate
11	0,04	Rare	0,386	Moderate	Moderate
12	0,004	Rare	0,356	Moderate	Moderate
13	0,04	Rare	0,386	Moderate	Moderate
14	0,004	Rare	0,486	High	Moderate
15	0,01	Rare	0,476	High	Moderate
16	0,001	Rare	0,576	High	Moderate

Hasil dari analisis tingkat risiko *outcome* keterlambatan yang diakibatkan oleh *owner* (Tabel 4.20) mendapatkan 4 *outcome* skenario dampak yang mempunyai tingkat risiko “Low”, dan *outcome* skenario dampak yang mempunyai tingkat risiko moderate adalah 12 skenario dampak. Adapun tindakan mitigasi untuk mengurangi tingkat risiko dari skenario-skenario dampak adalah:

1. Adanya keputusan-keputusan yang cepat teratasi.

Keputusan yang cepat teratasi diperlukannya batas waktu dalam mengambil keputusan karena waktu selalu berjalan, apabila terhambat oleh keputusan sangat berdampak terhadap pengerjaan.

2. Lancarnya proses keuangan pembayaran

Lancarnya proses keuangan merupakan lancarnya cash flow perusahaan. Apabila cash flow perusahaan tidak baik maka akan mengganggu proses produksi, oleh karena itu diperlukannya supporting dari kantor pusat dan mencari pendanaan kepada investor.

3. Hubungan komunikasi terhadap stakeholder berjalan baik  
Hubungan oleh owner, kontraktor, dan manajemen konstruksi harus bisa berjalan dengan baik, saling support, saling informatif dan saling memfasilitasi, oleh karena itu diperlukannya rapat koordinasi setiap minggu.
4. Tersedianya kesiapan lahan  
Kesiapan lahan sangat penting dalam proses awal, kesiapan ini perlu ditunjang oleh pemilik agar kontraktor tidak terhambat pada jadwal pelaksanaan.

Tabel 4.21 Tingkat risiko dari *outcome* keterlambatan yang diakibatkan oleh Manajemen Konstruksi.

Outcome	Probabilitas	Rating Probabilitas	konsekuensi	Rating Konsekuensi	Tingkat Risiko
1	0,54773	Almost Certain	0	Very Low	Moderate
2	0,13693	Unlikely	0,3632	Moderate	Moderate
3	0,13693	Unlikely	0,284	Moderate	Moderate
4	0,03423	Rare	0,6472	High	Moderate

Hasil dari analisis tingkat risiko outcome keterlambatan yang diakibatkan oleh Manajemen Konstruksi (Tabel 4.21) mendapatkan tingkat risiko “moderate” pada semua outcome skenario dampak. Adapun tindakan mitigasi untuk mengurangi tingkat risiko dari skenario-skenario dampak adalah:

1. Pengawasan desain secara prosedural dan benar  
Diperlukannya review gambar dari perencanaan secara matang dan harus di superinpose secara benar. Hal ini dilakukan agar pada saat produksi lapangan tidak terkendala dengan desain
2. Sistem kontrol terhadap waktu, biaya dan kualitas yang berjalan dengan baik.  
Dengan menggunakan tools dan sdm yang tepat, serta sistem kontrol yang berjalan dengan baik akan meminimalkan kesalahan

Tabel 4.22 Tingkat risiko dari outcome keterlambatan yang diakibatkan oleh Kontraktor.

Outcome	Probabiitas	Rating Probabilitas	konsekuensi	Rating Konsekuensi	Tingkat Risiko
1	0,64781	Almost Certain	0	Very Low	Moderate
2	0,07198	Rare	0,1146	Low	Low
3	0,07198	Rare	0,0079	Very Low	Low
4	0,008	Rare	0,1225	Low	Low
5	0,16195	Unlikely	0,2981	Moderate	Moderate
6	0,01799	Rare	0,4128	High	Moderate
7	0,01799	Rare	0,306	Moderate	Moderate
8	0,002	Rare	0,4206	Very High	High

Hasil dari analisis tingkat risiko outcome keterlambatan yang diakibatkan oleh Kontraktor (Tabel 4.22) mendapatkan 1 tingkat risiko “high” pada outcome skenario dampak, 4 tingkat risiko “moderate”, dan 3 tingkat risiko “low” pada outcome skenario dampak. . Adapun tindakan mitigasi untuk mengurangi tingkat risiko dari skenario-skenario dampak adalah:

1. Terstrukturnya perencanaan dan sistem evaluasi kontrol dengan baik  
Semakin detailnya mengidentifikasi permasalahan dalam perencanaan, dapat mencegah dan mengatasi permasalahan yang menyebabkan mundurnya pelaksanaan. Untuk sistem kontrol diperlukan evaluasi terhadap *action plan*.
2. Adanya supporting dari pihak manajemen  
Diperlukannya supporting dan koordinasi yang baik pada engineering, procurement, production.
3. Sistem produksi yang berjalan lancar  
Membuat sistem dan rencana produksi secara matang, untuk mencegah permasalahan dilapangan.



Tabel 4.23 Tingkat risiko dari outcome keterlambatan yang diakibatkan oleh Kondisi lingkungan sekitar

Outcome	Probabiitas	Rating Probabilitas	konsekuensi	Rating Konsekuensi	Tingkat Risiko
1	0,74448	Almost Certain	0	Very Low	Moderate
2	0,08272	Rare	0,6112	High	Moderate

Hasil dari analisis tingkat risiko outcome keterlambatan yang diakibatkan oleh kondisi lingkungan sekitar (Tabel 4.23) mendapatkan tingkat risiko “moderate” pada semua outcome skenario dampak. Adapun tindakan mitigasi untuk mengurangi tingkat risiko dari skenario-skenario dampak adalah dengan mengatasi gangguan dari kondisi lingkungan sekitar dengan melakukan pendekatan dan koordinasi kepada lingkungan sekitar.

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari penelitian Tesis ini dapat ditarik beberapa kesimpulan, diantaranya adalah:

1. Dari melakukan analisis *Fault Tree Analysis*, didapatkan:
  - a. *Basic event* pada akar penyebab keterlambatan proyek pembangunan apartemen sebanyak 62 variabel dari ke empat peristiwa penyebab utama diantaranya peristiwa kejadian terlambatnya pengambilan tindakan oleh *Owner*, kurangnya pengawasan yang dilakukan oleh Manajemen Konstruksi, pelaksanaan pekerjaan oleh Kontraktor tidak berjalan lancar, terhambatnya pekerjaan oleh kondisi lingkungan dan sekitar.
  - b. *Basic Event* yang paling dominan menyebabkan keterlambatan pada *basic event* adalah:
    - *Basic Event* dominan keterlambatan yang disebabkan oleh *owner*:
      - Terlambatnya menyetujui approval material dengan probabilitas 0,4.
      - Penggantian pekerjaan dengan probabilitas 0,4.
      - Penerapan standard yang terlalu tinggi dengan probabilitas 0,4.
      - Terlambatnya angsuran pembayaran kontraktor dengan probabilitas 0,4.
    - *Basic Event* dominan keterlambatan yang disebabkan oleh Manajemen Konstruksi:
      - Hasil evaluasi/ceklist belum bisa dikerjakan dengan probabilitas 0,6

- *Basic Event* dominan keterlambatan yang disebabkan oleh Kontraktor:
    - Metode pelaksanaan pekerjaan yang tidak tepat dengan probabilitas 0,6
  - *Basic Event* dominan keterlambatan yang disebabkan oleh Faktor Kondisi lingkungan dan sekitar:
    - Terganggunya warga karena proyek terlalu berdekatan dengan probabilitas 0,4
- c. Hasil perhitungan kombinasi *minimal cut set* yang diperoleh dari masing-masing pokok permasalahan:
- Peristiwa kejadian dari terlambatnya pengambilan tindakan oleh *Owner* memiliki probabilitas 0,6878.
  - Peristiwa kejadian dari kurangnya pengawasan yang dilakukan oleh Manajemen Konstruksi memiliki probabilitas 0.8558.
  - Peristiwa kejadian dari pelaksanaan pekerjaan oleh Kontraktor tidak berjalan lancar 0.997.
  - Peristiwa kejadian dari terhambatnya pekerjaan oleh kondisi lingkungan dan sekitar 0.8272.
- d. Probabilitas dari keseluruhan peristiwa penyebab “Keterlambatan pembangunan proyek Apartemen Taman Melati Surabaya” adalah 0.7342.
2. Hasil skenario-skenario dampak dan tingkat risiko frekuensi kejadian dan skenario dampak dari keterlambatan proyek pembangunan apartemen menggunakan metode *Event Tree Analysis* adalah:
- Hasil dari analisis skenario-skenario dampak yang mempunyai tingkat risiko paling tinggi hasil perhitungan dari probabilitas dan konsekuensi yaitu pada *initiating event* keterlambatan proyek yang diakibatkan oleh kontraktor dengan tingkat risiko “*High*”. Maka didapatkan tindakan mitigasi dari *pivotal event* untuk menurunkan tingkat risiko yang pertama adalah dengan adanya perencanaan serta pengontrolan yang terstruktur dan terevaluasi dengan baik yang memiliki konsekuensi 0,298,

apabila tingkat risiko masih tinggi maka mitigasi selanjutnya adalah Perbaikan sistem manajemen kontraktor yang memiliki konsekuensi 0,1146, kemudian dilakukan penanganan pada sistem produksi berjalan lancar yang memiliki konsekuensi 0,0079.

## 5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan bagi penelitian tugas akhir ini, yaitu berkaitan dengan analisis keterlambatan proyek pembangunan Apartemen adalah:

1. Ada beberapa rekomendasi yang dapat diberikan oleh penulis terkait evaluasi dan perbaikan untuk proyek Apartemen Taman Melati.

Adapun rekomendasinya antara lain:

- Owner : Perlu diperhatikan dan komitmen dalam pengambilan keputusan-keputusan pada perubahan pekerjaan serta approval material. Selain itu owner diharapkan dapat mensupport keuangan pada kontraktor, agar cash flow kontraktor dapat berjalan dengan baik.
  - Manajemen Konstruksi : Menata serta mengarahkan sistem tentang evaluasi/ceklist pekerjaan kepada kontraktor, agar tepat mutu dan tepat waktu.
  - Kontraktor : Perlunya kontrol dan evaluasi terhadap perencanaan kerja dengan melakukan evaluasi action plan setiap minggunya, mengidentifikasi permasalahan dilapangan, dan evaluasi metode kerja secara optimal dan efisien.
- 2 Untuk melengkapi penelitian ini diperlukan kajian tentang keterlambatan proyek menggunakan metode analisis (*risk based analysis*) yang lain sehingga ada perbandingan, pembelajaran dan temuan lain.

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

## DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, R. (2012), “Analisis Penyebab Keterlambatan Proyek Pembangunan Sidoarjo Town Square”, *Jurnal Teknik ITS*, Vol. 1 No. 1, ISSN : 2301-9271.
- Assaf, S A. dan Al-Hejji, S. (2006). “Causes of delay in large construction projects”, *International Journal of Project Management*, 24(4), 349-57.
- Astina, D. C. (2012), “Analisis Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan Pelaksanaan Pekerjaan Proyek Konstruksi di Kabupaten Tabanan”, *Jurnal Ilmiah Elektronik Infrastruktur Sipil*, Denpasar.
- Barrie, D.S., Paulson Jr., dan Boyd C., (1984), *Professional Construction Management*, McGraw-Hill, Inc., New York.
- Billinton, R., dan Allan R. N., 1992, *Reability Evaluation of Engineering System Concepts and Techniques*, Plenum Prees, New York dan London, Edisi 2.
- Brown, D. B., 1976, *System Analysis & Design For Safety*, Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Clemens, P. L., 2002, *Fault Tree Analysis*, Jacobs Sverdrup, George Washington University, Edisi 4.
- Det Norske Veritas, (2002), *Risk Management in Marine-and Subsea operation*, Veritasvein, Norway.
- Dewi,A.I. (2013), “Analisis Risiko Pada Proyek Pembangunan Underpass Di Simpang Dewa Ruci Kuta Bali”, *Jurnal Teknik Pomits* Vol. 2, No. 2.
- Faridi, A.S., dan El-Sayegh. Sameh, M. (2006) “Significant factors causing delay in the UAE construction industry”, *Construction Management and Economics*, 24: 11, 1167 — 1176.
- Haseeb, M. Lu, X. dan Bibi, A. (2011), “Problems Of Projects And Effects Of Delays In The Construction Industry Of Pakistan”, *Australian Journal of Business and Management Research*, Vol.1 No.5 [41-50] | September-2011

- Handayani, R. (2013), “Analisis Faktor-Faktor Penyebab Keeterlambatan Pelaksanaan Pekerjaan Proyek Gedung di Kabupaten Jembrana”, *Jurnal Ilmiah Elektronik Infrastruktur Teknik Sipil*, Vol. 2, No. 1, Februari 2013.
- Heldman, K. (2005), *Project Manager’s Spotlight on Risk Management*, Harbor Light Press, Alameda.
- Ismael. (2013), “Keterlambatan Proyek Konstruksi Gedung Faktor Penyebab Dan Tindakan Pencegahannya”, *Jurnal Momentum*, Vol.14 No.1. Februari 2013
- James, O.D, Lekan, A. dan Oloke, C., (2014), “Causes And Effect Of Delay On Project Construction Delivery Time, International”, *Journal Of Education And Research*, Vol. 2 No. 4 April 2014
- Kamaruzzaman, F. (2012). “Studi Keterlambatan Penyelesaian Proyek Konstruksi”. *Jurnal Teknik Sipil Untan*, Volume 12 Nomor 2 – Desember 2012
- Kocecioglu, D. (1991), *Reliability Engineering Handbook*, Englewood Cliffs: Prentice-Hall, Volume 2.
- Kurniawan,. (2015). *Studi Keterlambatan Proyek Pembangunan Kapal Kargo dengan Metode Bow Tie Analysis*, Tugas Akhir S1-Teknik Kelautan., Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Labombang,. (2011), “Manajemen Risiko Dalam Proyek Konstruksi”, *Jurnal SMARTek*, Vol. 9 N0. 1, Februari 2011 : 39-46.
- Messah,. (2013). “Kajian Penyebab Keterlambatan Pelaksanaan Pekerjaan Proyek Konstruksi Gedung di Kota Kupang”, *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. II, No. 2, September 2013.
- Mustika,. (2014), *Analisis Keterlambatan proyek menggunakan Fault Tree Analysis (FTA)*. Tugas Akhir S1-Teknik Sipil, Universitas Brawijaya, Malang.
- Motaleb, O dan Kishk, M. (2010) “An investigation into causes and effects of construction delays in UAE”. In: Egbu, C. (Ed) *Procs 26th Annual ARCOM Conference*, 6-8 September 2010, Leeds, UK, Association of Researchers in Construction Management, 1149-1157.



- PMI Committee, (2008), *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)*, 4th Edition, American National Standard, Pennsylvania USA.
- Popescu, C. M., dan Charoengam, C. (1995). *Project Planning, Scheduling, and Control in Construction*. Canada: John Willey & Son, p.188.
- Pourrostan, T., dan Ismail, A. (2011), “Significant Factors Causing and Effects of Delay in Iranian Construction Projects”, *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(7): 450-456, 2011.
- Pramulia, R.D. dan Adi, T.J. (2015). *Analisis Penyebab Keterlambatan Proyek Pabrik Es Dengan Metode Fault Tree Analysis (Studi Kasus Perusahaan Daerah Aneka Usaha Kabupaten Trenggalek Periode 2008-2012)*. Seminar Nasional Manajemen Teknologi XXIII
- Proboyo, (1999). “Keterlambatan Waktu Pelaksanaan Proyek : Klasifikasi dan Peringkat dari Penyebab-Penyebabnya”, *Jurnal Dimensi Teknik Sipil*, Vol. 1, No. 1, Maret 1999.
- Purwandono, D.K., (2010). *Aplikasi Model House of Risk (HOR) untuk Mitigasi Risiko Proyek Pembangunan Jalan Tol Gempol-Pasuruan*, Seminar Nasional Manajemen Teknologi XI
- Putra, A.T., (2014). *Evaluasi Keterlambatan Pada Proyek Pembangunan Jacket Structure : Studi Kasus Proyek EPCC Bukit Tua PT.PAL Indonesia*, Tugas Akhir S1-Teknik Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Raftery, J., (1986). “*Risk Analysis In Project Management*”, London: E & F Spon.
- Rosdianto, M.A. (2014). *Analisis Percepatan Durasi Pengerjaan Proyek Pembangunan Jacket Platform Di PT Meindo Elang Indah*. Tugas Akhir S1-Teknik Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Rosyid, D. M., 2007, *Pengantar Rekayasa Keandalan*, Airlangga University Press, Surabaya.
- Sambasivan, (2007), “Causes and effects of delays in Malaysian construction industry”, *International Journal of Project Management*, 25 (2007) 517–526.

- Satria. B, (2012), “Aplikasi Formal Safety Assessment Untuk Penilaian Risiko Kecelakaan Pada Helipad Fso: Studi Kasus Fso Kakap Natuna”, *Jurnal Teknik Its* Vol. 1, No. 1(Sept. 2012)
- Silvianita., Khamidi, M. F., dan Kurian, V.J., (2013), “Decision Making for Safety Assessment of Mobile Mooring System”, *Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering)* 61:3 / 41–52.
- Shubham A., Dawood N., dan Shah R K. (2012). “Development of a methodology for analysing and quantifying the impact of delay factors affecting construction project”.*KICEM Journal of Project Management* 25,517-526
- Taha, G., Badawy, M. dan El-Nawawy, O., (2016), “A Model for Evaluation of Delays in Construction Projects”, *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, Vol. 5, Issue 3, March 2016.
- Vesely, W.E., (1981). “*Fault Tree Handbook*”. Washington, D.C. : U.S. Nuclear Regulatory Commision.

**Lampiran I : Matrik *Literature Review***

No	Judul, Pengarang dan Tahun	Fokus Penelitian		Metode	Keterangan
		Analisa risiko	Studi Keterlambatan		
1	Aplikasi Model <i>House Of Risk (HOR)</i> Untuk Mitigasi Risiko Proyek Pembangunan Jalan Tol Gempol-Pasuruan (Purwandono, 2010)	√	√	Model HOR, FMEA, QFD	Permodelan mitigasi risiko untuk mencegah keterlambatan dan memperpendek rentang waktu keterlambatan
2	Analisa Keterlambatan proyek menggunakan <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i> (Mustika, 2014)	√	√	Analisa FTA	Identifikasi pekerjaan pada pelaksanaan yang menjadi penyebab keterlambatan
3	Manajemen risiko dalam proyek konstruksi (Labombang, 2011)	√		Analisa Manajemen Risiko	Studi metode manajemen risiko terhadap proyek konstruksi
4	Analisa Penyebab Keterlambatan Proyek Pembangunan Sidoarjo Town Square (Amalia,R., 2012)	√	√	Analisa FTA dan MOCUS	Identifikasi item pekerjaan yang mengalami keterlambatan
5	Analisis Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan Pelaksanaan Pekerjaan Proyek Konstruksi Di Kabupaten Tabanan (Astina, D.C., 2012)		√	Analisa Relative Indeks (RI)	Identifikasi faktor-daktor penyebab keterlambatan dan subfaktor yang mempengaruhi faktor-faktor keterlambatan

**Lampiran I : Matrik *Literature Review***

No	Judul, Pengarang dan Tahun	Fokus Penelitian		Metode	Keterangan
		Analisa risiko	Studi Keterlambatan		
6	Analisis Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan Pelaksanaan Pekerjaan Proyek Gedung Di Kabupaten Jembrana (Handayani, 2013)		√	Analisa Relative Indeks (RI)	Identifikasi sub faktor dan faktor yang paling mempengaruhi keterlambatan
7	Kajian Penyebab Keterlambatan Pelaksanaan Proyek Konstruksi Gedung di Kota Kupang (Messah, Widodo, Adoe,M., 2013)		√	Analisa Mean dan Varian	Identifikasi Faktor Penyebab Keterlambatan Pelaksanaan Proyek Konstruksi Menurut KOntraktor, Owner, dan Konsultan Pengawas
8	Keterlambatan Waktu Pelaksanaan Proyek: Klasifikasi dan Peringkat Dari Penyebab-Penyebabnya (Proboyo,1999)		√	Studi Kepustakaan, Analisa Indeks dan Varian	Menemukan faktor penyebab keterlambatan yang paling berpengaruh atau mendominasi
9	Significant Factors Causing delay in the UEA Construction Industry (Faridi, A.S, El Sayegh, S.M., 2006)		√	Analisa RII (Relaive Important Index), Kuisoner	Penentuan faktor penyebab keterlambatan yang paling signifikan terhadap proyek-proyek konstruksi

**Lampiran I : Matrik *Literature Review***

No	Judul, Pengarang dan Tahun	Fokus Penelitian		Metode	Keterangan
		Analisa risiko	Studi Keterlambatan		
10	<i>Significant Factors Causing and Effects of Delay in Iranian Construction Project ( Pourrostan, T., Ismail, A., 2011)</i>		√	Analisa RII (Relaive Important Index), Kuisoner	Investigasi dan Identifikasi penyebab dan dampak keterlambatan pada proyek gedung dan jalan di Iran
11	<i>A Model for Evaluation of Delays in Construction Projects (Taha, G., 2016)</i>		√	Literature review, Kuisoner, Analisa Important Index	Studi tentang identifikasi faktor-faktor penyebab keterlambatan
12	Cause and Effects of Delays in Malaysian Construction Industry (Sambasivan, et al.,2017)		√	Analisa RII (Relaive Important Index), Kuisoner	Identifikasi faktor-faktor keterlambatan terhadap analisa penyebab dan dampak keterlambatan
13	<i>An Investigation Into Cause and Effects of Construction Delays in UEA (Montaleb, Omayma., Kishk, M., 2010)</i>		√	Analisa RII (Relaive Important Index), Kuisoner,	Menyelidiki penyebab dan dampak keterlambatan terhadap laju pertumbuhan proyek konstruksi

**Lampiran I : Matrik *Literature Review***

No	Judul, Pengarang dan Tahun	Fokus Penelitian		Metode	Keterangan
		Analisa risiko	Studi Keterlambatan		
14	<i>Problems of Projects and Effects of Delays in the Construction Industry of Pakistan</i> (Haebe, M., et.al., 2011)		√	Kuisoner, Expert Judgment	Identifikasi faktor external dan internal dalam penyebab dan dampak laju keterlambatan industry konstruksi di Pakistan
15	<i>Cause and Effects of Delay on Project Construction Delivery Time</i> (James, Owolabi., et.al., 2014)		√	Random sampling technique, Analisa kuisoner menggunakan skala Likert	Investigasi penyebab dan dampak keterlambatan pada pelaksanaan proyek konstruksi gedung
16	<i>Critical Review of a Risk Assessment Method and Its Applications</i> (Silvianita, et.al., 2011)	√		Studi literature pendekatan metode manajemen risiko (HAZOP, FMEA, FTA, ETA)	Penerapan metode penilaian risiko yang dapat di integrasikan dalam membantu para pengambil keputusan menerapkan penilaian risiko secara efektif
17.	Studi Keterlambatan Penyelesaian Proyek Konstruksi (Kamaruzzaman, F., 2011)		√	Analisis deskriptif dan analisis rangking	Perangkingan faktor-faktor penyebab keterlambatan proyek konstruksi di Kota Pontianak

**Lampiran I : Matrik *Literature Review***

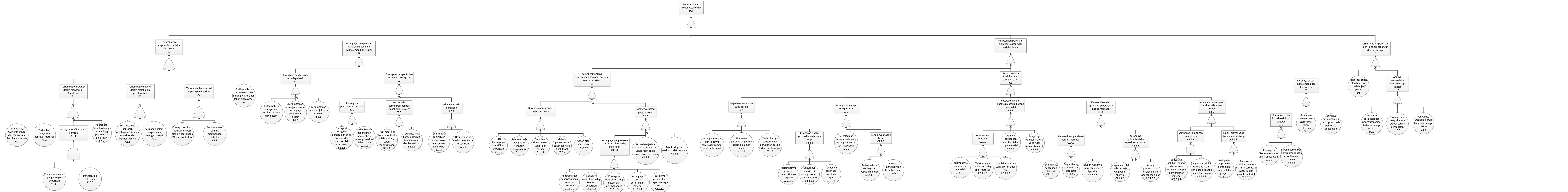
No	Judul, Pengarang dan Tahun	Fokus Penelitian		Metode	Keterangan
		Analisa risiko	Studi Keterlambatan		
18	Keterlambatan Proyek Konstruksi Gedung, Faktor Penyebab dan Tindakan Pencegahannya (ismael, 2013)	√	√	Statistik Deskriptif	Kajian tentang identifikasi faktor-faktor penyebab keterlambatan dan menentukan tindakan koreksi untuk keterlambatan
19.	Aplikasi <i>Formal Safety Assessment</i> untuk Penilaian Risiko Kecelakaan pada Helipad FSO (Satria, B., 2012)	√		Kuisoner dengan expert judgement, Analisa FTA dan ETA	Identifikasi bahaya yang mengancam pada penggunaan helipad di FSO, dan memberikan mitigasi atas pencegahan kegagalan struktur pada helipad
20.	<i>Decision Making for Safety Assessment of Mobile Mooring System</i> (Silvianita, et.al., 2013)	√		Analisa MIVTA, HAZOP, FTA dan ETA	Mengembangkan kaedah dalam penyidikan bencana pada stabilitas system mooring
21.	<i>Analysis of Delays Project in Constructin Projects</i> (Varghese, A.R., 2015)		√	Questionnare analysis, likert scale, frequency index	Menganalisa penyebab keterlambatan pengerjaan proyek konstruksi

**Lampiran I : Matrik *Literature Review***

No	Judul, Pengarang dan Tahun	Fokus Penelitian		Metode	Keterangan
		Analisa risiko	Studi Keterlambatan		
22.	Analisa Risiko pada Proyek Pembangunan Underpass di Simpang Dewa Ruci Kuta Bali (Dewi, A.I., 2013)	√		Pendekatan Manajemen risiko, Severity Index, Matrix probabilitas dampak	Menemukan dan melakukan pencegahan risiko-risiko yang akan terjadi pada saat pembangun proyek Underpass
23.	Evaluasi Keterlambatan pada Proyek Pembangunan Jacket Structure (Putra, Andhika. T., 2014)	√	√	Analisa FTA	Evaluasi faktor-faktor keterlambatan pada pembangunan proyek jacket platform di PT PAL
24	Analisis risiko terhadap keterlambatan proyek pembangunan apartemen (Rosdianto, 2017)	√	√	Analisa FTA,ETA,	Analisa tingkat risiko dan Identifikasi penyebab dan dampak keterlambatan pembangunan apartemen



Lampiran II : Diagram Fault Tree Analysis



## Lampiran II : Diagram Event Tree Analysis

Initiating Event	Pivotal Event				Outcome	
	Adanya keputusan-keputusan yang cepat teratasi	Proses keuangan yang berjalan lancar	Hubungan Komunikasi kepada pihak stakeholder project berjalan baik	Tersedianya Kesiapan Lahan	Konsekuensi	Probabilitas
Keterlambatan proyek yang diakibatkan oleh Owner	Yes			Yes		
				No		
			Yes			
			No			
		Yes		Yes		
				No		
		No		Yes		
				No		
			Yes			
			No			
	No			Yes		
				No		
				Yes		
				No		
				Yes		
				No		
				Yes		
				No		
				Yes		
				No		
Konsekuensi						

## Lampiran II : Diagram Event Tree Analysis

Initiating Event	Pivotal Event		Outcome	
	Pengawasan desain secara prosedural dan benar	Sistem Kontrol terhadap waktu, biaya, dan kualitas berjalan dengan baik	Konsekuensi	Probabilitas
Keterlambatan proyek yang diakibatkan oleh Manajemen Konstruksi	Yes	Yes		
		No		
	No	Yes		
		No		
Konsekuensi				

Initiating Event	Pivotal Event			Outcome	
	Adanya perencanaan serta pengontrolan yang terstruktur dan terevaluasi dengan baik	Penanganan sistem produksi yang berjalan lancar	Perbaikan sistem manajemen kontraktor	Konsekuensi	Probabilitas
Keterlambatan proyek yang diakibatkan oleh Kontraktor	Yes	Yes	Yes		
			No		
		No	Yes		
			No		
	No	Yes	Yes		
			No		
		No	Yes		
			No		
Konsekuensi					

## Lampiran II : Diagram Event Tree Analysis

Initiating Event	Pivotal Event	Outcome	
	Teratasinya permasalahan akibat dari kondisi lingkungan sekitar (demo warga)	Konsekuensi	Probabilitas
Keterlambatan proyek yang diakibatkan oleh Kondisi Lingkungan dan sekitar	Yes		
	No		
Konsekuensi			

**Lampiran III : Data Responden Kuisioner**

<b>No</b>	<b>Jabatan</b>	<b>Bidang</b>	<b>Perusahaan</b>	<b>Pengalaman Kerja</b>
A	Project Manager	Kontraktor	PT. Adhi Karya Divisi Gedung	17 Tahun
B	Project Engineer Manager	Kontraktor	PT. Adhi Karya Divisi Gedung	14 Tahun
C	Project Production Manager	Kontraktor	PT. Adhi Karya Divisi Gedung	6 Tahun
D	Team Leader	Manajemen Konstruksi	PT. Grahasindo Cipta Pratama	20 Tahun
E	Engineer Arsitek	Manajemen Konstruksi	PT. Grahasindo Cipta Pratama	15 Tahun
F	Project Manager	Owner	PT. Adhi Persada Properti	18 Tahun
G	Construction Manager	Owner	PT. Adhi Persada Properti	7 Tahun



## KUESIONER PENGUKURAN PROBABILITAS PENYEBAB KETERLAMBATAN

Dengan hormat,

Saya Moch Afif Rosdianto NRP 9114 202 412 mahasiswa Magister Manajemen Teknologi bidang studi Manajemen Proyek, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Saat ini saya sedang mengadakan studi mengenai analisa risiko keterlambatan pembangunan proyek apartemen dengan metode Bow Tie Analysis.

Saya melampirkan sebuah kuisioner dibawah ini dan kami dengan segala hormat berharap anda dapat mengisi kuisioner ini berdasarkan pengalaman pribadi anda. Partisipasi anda dalam studi kami ini akan kami rahasiakan dan hanya akan digunakan untuk tujuan studi kami saja. Informasi yang anda berikan hanya diketahui oleh anda dan kami saja. Terima kasih.

Tujuan survey ini adalah :

1. Melakukan identifikasi risiko dan penyebab risiko pada setiap kejadian penyebab keterlambatan pada keberlangsungan pembangunan proyek.
2. Mengidentifikasi dampak kejadian risiko dan frekuensi penyebab kejadian risiko.

### DATA RESPONDEN

Nama : .....

Jabatan saat ini : .....

Pengalaman di bidang konstruksi : ..... Thn

Usia Responden : ..... Thn

Pendidikan Terakhir : .....

---

Berikut kami sajikan daftar Kejadian Penyebab Keterlambatan dari hasil analisi kami terkait faktor-faktor penyebab keterlambatan proyek pembangunan Apartemen Taman Melati Surabaya .

Tidak Pernah Terjadi ←————→ Sangat Sering Terjadi

1 2 3 4 5

Tidak ada kerugian       $\longleftrightarrow$       Kerugian sangat besar

1      2      3      4      5

[illegible]

Tidak Pernah Terjadi ←————→ Sangat Sering Terjadi

1 2 3 4 5

Tidak ada kerugian       $\longleftrightarrow$       Kerugian sangat besar

1      2      3      4      5

[illegible]



Tidak Pernah Terjadi ←————→ Sangat Sering Terjadi

1 2 3 4 5

Tidak ada kerugian      ←————→      Kerugian sangat besar

1      2      3      4      5

No	Nama Kejadian	Frekuensi Kejadian					Pengaruh Dampak				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
35	Terlambatnya pekerja memasuki lahan kerjanya										
36	Banyaknya pekerja usia kurang produktif dalam proyek										
37	Terjadinya pekerjaan rework dan repair										
38	Ketersediaan tenaga kerja yang kurang memadai										
39	Terlambatnya pembayaran kepada mandor										
40	Pekerja menginginkan kenaikan upah kerja										
41	Terlambatnya kedatangan material										
42	Tidak adanya suplier terhadap spek material										
44	jumlah material yang dikirim tidak tepat										
43	Adanya perubahan spesifikasi dan tipe material										
45	banyaknya kualitas material yg tidak sesuai standard										
46	Terlambatnya pengadaan alat kerja										
47	Bergantinya pemakaian alat kerja										
48	Mudah rusaknya peralatan yang digunakan										
49	Penggunaan alat pada pekerja yang bukan ahlinya										
50	Kurang produktif dan efisien dalam penggunaan alat										
51	Banyaknya keluhan mandor atau subkon terhadap tempat penyimpanan material yang sempit										
52	Banyaknya keluhan terhadap ruang kerja dan lahan										
53	Seringnya komplain dan demo oleh warga sekitar proyek										
54	Banyaknya keluhan vendor material terhadap akses proyek										

Tidak Pernah Terjadi ←————→ Sangat Sering Terjadi

1 2 3 4 5

Tidak ada kerugian       $\longleftrightarrow$       Kerugian sangat besar

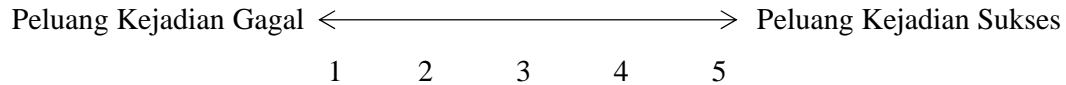
1      2      3      4      5

[illegible]



## KUISONER PENGUKURAN DAN KONSEKUENSI SKENARIO DAMPAK

Untuk mencari skenario-skenario dampak akibat keterlambatan proyek pembangunan Apartemen Taman Melati Surabaya. Diperlukan peristiwa kejadian pencegahan agar kejadian keterlambatan dapat diminimalisir. Sedangkan untuk pengukuran peristiwa kejadian pencegahan diperlukan pengukuran persentase peluang peristiwa sukses. Adapun pengukuran persentase kesuksesan sebagai berikut :



Contoh dampak keterlambatan-keterlambatan

Project Objective	Dampak Keterlambatan Sangat kecil	Dampak Keterlambatan Kecil	Dampak Keterlambatan Sedang	Dampak Keterlambatan Berat	Dampak Keterlambatan Sangat Berat
Keberlanjutan Proyek	Proyek terlambat namun dapat diatasi dengan perencanaan cadangan	Proyek terlambat namun perencanaan cadangan tidak berjalan baik	Proyek terlambat, man power tidak mendukung, biaya semakin bertambah	Proyek terbengkalai dan tidak ada perencanaan yang pasti. Tidak ada progres yang signifikan	Proyek gagal berlanjut
Biaya	Kenaikan biaya yang tidak signifikan	Biaya meningkat <10%	Biaya Meningkat 10-20%	Biaya Meningkat 20-40%	Biaya meningkat >40%
waktu	Penambahan waktu yang tidak signifikan	Waktu Bertambah <5%	Waktu Bertambah 5-10%	Waktu Bertambah 10-20%	Waktu Bertambah >20%



**A. Keterlambatan Pembangunan Proyek yang diakibatkan oleh Owner**

No	Usulan Mitigasi dari Keterlambatan	Peluang Sukses	Skenario Dampak Keterlambatan
1	Adanya keputusan-keputusan yang cepat teratasi		
2	Proses keuangan yang berjalan lancar		
3	Hubungan komunikasi kepada stakeholder project berjalan baik		
4	Tersedianya Kesiapan lahan		

**B. Keterlambatan Pembangunan Proyek yang diakibatkan oleh Manajemen Konstruksi/Konsultan Pengawas**

No	Usulan Mitigasi dari Keterlambatan	Peluang Sukses	Skenario Dampak Keterlambatan
1	Pengawasan desain secara proseduran dan benar		
2	Sistem kontrol terhadap waktu, biaya, dan kualitas berjalan dengan baik		



**C. Keterlambatan Pembangunan Proyek yang diakibatkan oleh Kontraktor**

No	Usulan Mitigasi dari Keterlambatan	Peluang Sukses	Skenario Dampak Keterlambatan
1	Adanya perencanaan serta pengontrolan yang terstruktur dan terevaluasi dengan baik		
2	Sistem produksi yang berjalan lancar		
3	Manajemen dalam proyek yang berjalan baik		

**D. Keterlambatan Pembangunan Proyek yang diakibatkan oleh External**

No	Usulan Mitigasi dari Keterlambatan	Peluang Sukses	Skenario Dampak Keterlambatan
1	Teratasinya gangguan faktor sosial (Demo warga, aturan pemerintah, dll)		

Silahkan beri komentar lebih lanjut ataupun saran yang berkaitan dengan jawaban anda berikan :

This image shows a full page of white paper with horizontal dotted lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page, providing a guide for handwriting practice. There are no margins, text, or other markings on the page.

**Lampiran V : Rekapitulasi Hasil Kuisioner**

**HASIL PROBABILITAS FTA**

No	Kode Kejadian	Nama Kejadian	Kontraktor			Manajemen Konstruksi		Owner		Probabilitas
			A	B	C	D	E	F	G	
1	A1.1	Terlambatnya merevisi dan menyetujui perubahan desain	0,2	0,2	0,6	0,4	0,4	0,2	0,6	0,2
2	A1.2	Terlambatnya menyetujui approval material	0,4	0,4	0,8	0,2	0,4	0,05	0,4	0,4
3	A1.3.1	Penambahan atau pengurangan pekerjaan	0,2	0,6	0,8	0,2	0,6	0,2	0,4	0,2
4	A1.3.2	Penggantian pekerjaan	0,4	0,4	0,8	0,2	0,05	0,4	0,4	0,4
5	A1.4	Penerapan standard yang terlalu tinggi pada setiap pekerjaan	0,4	0,4	0,4	0,05	0,6	0,2	0,6	0,4
6	A2.1	Terlambatnya angsuran pembayaran kontraktor	0,4	0,4	0,8	0,6	0,4	0,2	0,6	0,4
7	A2.2	Kesalahan dalam pengelolaan keuangan proyek	0,2	0,2	0,05	0,6	0,4	0,05	0,4	0,2
8	A3.1	Kurang koordinasi dan komunikasi oleh owner kepada manajemen konstruksi dan Kontraktor	0,2	0,2	0,4	0,4	0,05	0,2	0,4	0,2
9	A3.2	Terlambat pemilik memberikan intruksi	0,2	0,2	0,6	0,4	0,2	0,05	0,4	0,2
10	A4	Pekerjaan yang terhambat akibat kurangnya kesiapan lahan	0,2	0,6	0,2	0,8	0,05	0,05	0,6	0,2
11	B1.1	Terlambatnya menyetujui perubahan besar dari desain	0,2	0,2	0,6	0,2	0,05	0,2	0,4	0,2
12	B1.2	terhambatnya pekerjaan karena kurangnya pengawalan desain	0,2	0,2	0,8	0,6	0,2	0,05	0,6	0,2
13	B1.3	terlambatnya menyetujui shop drawing	0,2	0,2	0,6	0,2	0,05	0,2	0,4	0,2
14	B2.1.1	Seringnya penagihan persetujuan shop drawing dan spektek oleh kontraktor	0,4	0,4	0,4	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4
15	B2.1.2	Terlambatnya penanganan administrasi secara prosedural oleh staff manajemen konstruksi	0,4	0,2	0,4	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4
16	B2.2.1	Hasil meeting/koordinasi tidak dilaksanakan atau salah melaksanakan	0,2	0,2	0,4	0,4	0,6	0,4	0,4	0,4
17	B2.2.2	Seringnya missskomunikasi manajemen konstruksi kepada owner dan kontraktor	0,2	0,2	0,4	0,6	0,4	0,2	0,6	0,2
18	B2.3.1	Terlambatnya peninjauan pekerjaan oleh manajemen konstruksi	0,2	0,2	0,4	0,6	0,2	0,2	0,4	0,2
19	B2.3.1	Hasil evaluasi/ceklist pekerjaan belum bisa dikerjakan	0,2	0,2	0,6	0,6	0,6	0,4	0,6	0,6

**Lampiran V : Rekapitulasi Hasil Kuisioner**

No	Kode Kejadian	Nama Kejadian	Kontraktor			Manajemen Konstruksi		Owner		Probabilitas
			A	B	C	D	E	F	G	
20	C1.1.1	Tidak lengkapnya identifikasi permasalahan pada setiap pekerjaan	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2	0,2	0,4	0,2
21	C1.1.2	Rencana kerja yang tidak tersusun dengan baik	0,2	0,2	0,2	0,4	0,6	0,4	0,6	0,2
22	C1.1.3	Penentuan durasi waktu yang tidak sesuai	0,2	0,2	0,2	0,6	0,6	0,2	0,4	0,2
23	C1.1.4	Metode pelaksanaan pekerjaan yang tidak tepat	0,2	0,2	0,6	0,6	0,6	0,2	0,6	0,6
24	C1.1.5	Action plan mingguan yang tidak berjalan	0,4	0,2	0,6	0,8	0,6	0,4	0,4	0,4
25	C1.2.1.1	Kontrol target pekerjaan tidak sesuai dari rencana	0,4	0,2	0,2	0,6	0,6	0,2	0,4	0,2
26	C1.2.1.2	kurangnya kontrol terhadap kualitas pekerjaan	0,2	0,2	0,2	0,6	0,2	0,2	0,4	0,2
27	C1.2.1.3	Kurangnya kontrol terhadap desain dan perubahannya	0,2	0,2	0,2	0,4	0,2	0,2	0,4	0,2
28	C1.2.1.4	kurangnya kontrol perhitungan material	0,2	0,2	0,05	0,4	0,6	0,05	0,4	0,2
29	C1.2.1.5	Buruknya pengarahan kepada tenaga kerja	0,2	0,2	0,2	0,6	0,6	0,2	0,4	0,2
30	C1.2.2	Perbedaan jadwal main kontraktor dengan vendor lain dalam penyelesaian pekerjaan	0,4	0,2	0,8	0,4	0,6	0,2	0,6	0,4
31	C1.2.3	Monitoring dan evaluasi tidak berjalan	0,05	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,2
32	C2.1.1	kurang memadai dan jelasnya penjelasan gambar detail pada desain	0,2	0,2	0,8	0,2	0,2	0,2	0,4	0,2
33	C2.1.2	Timbulnya perbedaan gambar dalam dokumen desain	0,2	0,4	0,8	0,2	0,2	0,05	0,6	0,2
34	C2.1.3	Terlambatnya penyampaian perubahan desain terbaru ke lapangan	0,05	0,4	0,6	0,4	0,2	0,2	0,4	0,4
35	C2.2.1.1	Terlambatnya pekerja memasuki lahan kerjanya	0,2	0,4	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,2
36	C2.2.1.2	Banyaknya pekerja usia kurang produktif dalam proyek	0,05	0,4	0,2	0,4	0,05	0,05	0,2	0,05
37	C2.2.1.3	Terjadinya pekerjaan rework dan repair	0,2	0,2	0,2	0,6	0,4	0,2	0,6	0,2
38	C2.2.2	Ketersediaan tenaga kerja yang kurang memadai terhadap lahan	0,2	0,2	0,2	0,8	0,6	0,4	0,6	0,2
39	C2.2.3.1	Terlambatnya pembayaran kepada mandor	0,2	0,4	0,8	0,6	0,4	0,2	0,6	0,2



**Lampiran V : Rekapitulasi Hasil Kuisioner**

No	Kode Kejadian	Nama Kejadian	Kontraktor			Manajemen Konstruksi		Owner		Probabilitas
			A	B	C	D	E	F	G	
40	C2.2.3.2	Pekerja menginginkan kenaikan upah kerja	0,2	0,4	0,8	0,6	0,2	0,05	0,4	0,2
41	C2.3.1.1	Terlambatnya kedatangan material	0,2	0,4	0,6	0,8	0,4	0,2	0,4	0,4
42	C2.3.1.2	Tidak adanya suplier terhadap spek material	0,05	0,2	0,4	0,4	0,2	0,05	0,4	0,4
43	C2.3.1.3	jumlah material yang dikirim tidak tepat	0,2	0,2	0,4	0,6	0,2	0,2	0,2	0,2
44	C2.3.2	Adanya perubahan spesifikasi dan tipe material	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	0,2
45	C2.3.3	banyaknya kualitas material yg tidak sesuai standard	0,2	0,4	0,05	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
46	C2.4.1.1	Terlambatnya pengadaan alat kerja	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,6	0,2
47	C2.4.1.2	Bergantinya pemakaian alat kerja	0,2	0,4	0,05	0,2	0,6	0,05	0,4	0,2
48	C2.4.1.3	Mudah rusaknya peralatan yang digunakan	0,2	0,4	0,05	0,2	0,6	0,05	0,4	0,2
49	C2.4.2.1	Penggunaan alat pada pekerja yang bukan ahlinya	0,05	0,4	0,05	0,05	0,2	0,05	0,4	0,05
50	C2.4.2.2	Kurang produktif dan efisien dalam penggunaan alat	0,05	0,4	0,2	0,05	0,4	0,2	0,4	0,4
51	C2.5.1.1	Banyaknya keluhan mandor atau subkon terhadap tempat penyimpanan material yang sempit	0,2	0,2	0,4	0,6	0,2	0,05	0,2	0,2
52	C2.5.1.2	Banyaknya keluhan terhadap ruang kerja dan kesiapan lahan dilapangan	0,4	0,4	0,6	0,8	0,6	0,2	0,4	0,4
53	C2.5.2.1	Seringnya komplain dan demo oleh warga sekitar proyek	0,2	0,4	0,8	0,8	0,6	0,2	0,6	0,2
54	C2.5.2.2	Banyaknya keluhan vendor material terhadap akses keluar masuk material	0,4	0,4	0,8	0,8	0,6	0,2	0,4	0,4
55	C3.1.1	Kurangnya koordinasi antar staf dilapangan	0,2	0,2	0,2	0,6	0,4	0,2	0,4	0,2
56	C3.1.2	Kurangnya komunikasi kontraktor dengan konsultan dan owner	0,2	0,2	0,6	0,8	0,4	0,05	0,4	0,2
57	C3.2	Kesalahan pengarahan staff teknik dalam pekerjaan	0,2	0,05	0,4	0,8	0,4	0,05	0,6	0,05
58	C3.3	seringnya perubahan job description pada pelaksana dilapangan	0,2	0,05	0,2	0,6	0,4	0,05	0,4	0,2
59	D1	Intensitas cuaca atau tingginya curah hujan/panas	0,4	0,6	0,4	0,2	0,4	0,2	0,4	0,4
60	D2.1	kesulitan sosialisasi dan negosiasi amdal terhadap warga	0,2	0,2	0,4	0,6	0,4	0,05	0,2	0,2
61	D2.2	Terganggunya warga karena proyek terlalu berdekatan	0,4	0,4	0,8	0,8	0,6	0,2	0,6	0,4
62	D2.3	Banyaknya kerusakan pada bangunan warga sekitar	0,2	0,4	0,8	0,4	0,4	0,2	0,4	0,4

**Lampiran V : Rekapitulasi Hasil Kuisioner**

**REKAPITULASI HASIL PROBABILITAS FTA**

No	Kode Kejadian	Nama Kejadian	Kontraktor			Manajemen Konstruksi		Owner		Probabilitas
			A	B	C	D	E	F	G	
1	A1.1	Terlambatnya merevisi dan menyetujui perubahan desain	0,1	0,2	0,8	0,4	0,2	0,4	0,4	0,4
2	A1.2	Terlambatnya menyetujui approval material	0,4	0,2	0,4	0,1	0,2	0,4	0,2	0,4
3	A1.3.1	Penambahan atau pengurangan pekerjaan	0,1	0,1	0,2	0,2	0,8	0,2	0,2	0,2
4	A1.3.2	Penggantian pekerjaan	0,2	0,2	0,2	0,1	0,05	0,1	0,2	0,2
5	A1.4	Penerapan standard yang terlalu tinggi pada setiap pekerjaan	0,2	0,1	0,2	0,05	0,4	0,1	0,1	0,1
6	A2.1	Terlambatnya angsuran pembayaran kontraktor	0,8	0,8	0,8	0,8	0,1	0,4	0,4	0,8
7	A2.2	Kesalahan dalam pengelolaan keuangan proyek	0,1	0,4	0,4	0,8	0,4	0,4	0,4	0,4
8	A3.1	Kurang koordinasi dan komunikasi oleh owner kepada manajemen konstruksi dan Kontraktor	0,2	0,4	0,2	0,2	0,05	0,2	0,1	0,2
9	A3.2	Terlambat pemilik memberikan intruksi	0,2	0,2	0,4	0,4	0,1	0,2	0,1	0,2
10	A4	Pekerjaan yang terhambat akibat kurangnya kesiapan lahan	0,2	0,4	0,4	0,8	0,05	0,4	0,2	0,4
11	B1.1	Terlambatnya menyetujui perubahan besar dari desain	0,1	0,2	0,4	0,2	0,05	0,4	0,4	0,4
12	B1.2	terhambatnya pekerjaan karena kurangnya pengawalan desain	0,1	0,1	0,4	0,8	0,05	0,2	0,2	0,1
13	B1.3	terlambatnya menyetujui shop drawing	0,2	0,2	0,4	0,2	0,05	0,2	0,1	0,2
14	B2.1.1	Seringnya penagihan persetujuan shop drawing dan spektek oleh kontraktor	0,2	0,2	0,4	0,8	0,1	0,2	0,1	0,2
15	B2.1.2	Terlambatnya penanganan administrasi secara prosedural oleh staff manajemen konstruksi	0,4	0,4	0,4	0,8	0,4	0,2	0,1	0,4
16	B2.2.1	Hasil meeting/koordinasi tidak dilaksanakan atau salah melaksanakan	0,1	0,2	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2
17	B2.2.2	Seringnya missskomunikasi manajemen konstruksi kepada owner dan kontraktor	0,1	0,1	0,2	0,4	0,1	0,2	0,1	0,1
18	B2.3.1	Terlambatnya peninjauan pekerjaan oleh manajemen konstruksi	0,1	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,1	0,2
19	B2.3.1	Hasil evaluasi/ceklist pekerjaan belum bisa dikerjakan	0,1	0,1	0,4	0,8	0,2	0,2	0,2	0,2

### Lampiran V : Rekapitulasi Hasil Kuisioner

No	Kode Kejadian	Nama Kejadian	Kontraktor			Manajemen Konstruksi		Owner		Probabilitas
			A	B	C	D	E	F	G	
20	C1.1.1	Tidak lengkapnya identifikasi permasalahan pada setiap pekerjaan	0,1	0,2	0,4	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1
21	C1.1.2	Rencana kerja yang tidak tersusun dengan baik	0,1	0,4	0,4	0,4	0,2	0,4	0,1	0,4
22	C1.1.3	Penentuan durasi waktu yang tidak sesuai	0,2	0,4	0,4	0,8	0,1	0,2	0,4	0,4
23	C1.1.4	Metode pelaksanaan pekerjaan yang tidak tepat	0,2	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,4	0,4
24	C1.1.5	Action plan mingguan yang tidak berjalan	0,4	0,4	0,8	0,8	0,1	0,2	0,1	0,4
25	C1.2.1.1	Kontrol target pekerjaan tidak sesuai dari rencana	0,4	0,2	0,8	0,8	0,1	0,2	0,1	0,2
26	C1.2.1.2	kurangnya kontrol terhadap kualitas pekerjaan	0,1	0,2	0,8	0,8	0,1	0,1	0,2	0,1
27	C1.2.1.3	Kurangnya kontrol terhadap desain dan perubahannya	0,1	0,1	0,8	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1
28	C1.2.1.4	kurangnya kontrol perhitungan material	0,1	0,1	0,1	0,2	0,4	0,1	0,1	0,1
29	C1.2.1.5	Buruknya pengarahan kepada tenaga kerja	0,1	0,1	0,1	0,4	0,4	0,2	0,2	0,1
30	C1.2.2	Perbedaan jadwal main kontraktor dengan vendor lain dalam penyelesaian pekerjaan	0,4	0,2	0,8	0,2	0,2	0,4	0,2	0,2
31	C1.2.3	Monitoring dan evaluasi tidak berjalan	0,05	0,1	0,4	0,2	0,05	0,2	0,1	0,05
32	C2.1.1	kurang memadai dan jelasnya penjelasan gambar detail pada desain	0,05	0,05	0,8	0,2	0,1	0,2	0,1	0,05
33	C2.1.2	Timbulnya perbedaan gambar dalam dokumen desain	0,05	0,05	0,8	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1
34	C2.1.3	Terlambatnya penyampaian perubahan desain terbaru ke lapangan	0,05	0,05	0,4	0,4	0,1	0,2	0,2	0,05
35	C2.2.1.1	Terlambatnya pekerja memasuki lahan kerjanya	0,1	0,1	0,4	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1
36	C2.2.1.2	Banyaknya pekerja usia kurang produktif dalam proyek	0,05	0,05	0,1	0,1	0,05	0,05	0,1	0,05
37	C2.2.1.3	Terjadinya pekerjaan rework dan repair	0,1	0,1	0,4	0,8	0,4	0,2	0,2	0,1
38	C2.2.2	Ketersediaan tenaga kerja yang kurang memadai terhadap lahan	0,1	0,4	0,4	0,8	0,2	0,4	0,4	0,4
39	C2.2.3.1	Terlambatnya pembayaran kepada mandor	0,1	0,2	0,8	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
40	C2.2.3.2	Pekerja menginginkan kenaikan upah kerja	0,2	0,2	0,8	0,4	0,1	0,1	0,2	0,2
41	C2.3.1.1	Terlambatnya kedatangan material	0,1	0,4	0,4	0,8	0,4	0,2	0,2	0,4
42	C2.3.1.2	Tidak adanya suplier terhadap spek material	0,05	0,2	0,4	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2

**Lampiran V : Rekapitulasi Hasil Kuisioner**

No	Kode Kejadian	Nama Kejadian	Kontraktor			Manajemen Konstruksi		Owner		Probabilitas
			A	B	C	D	E	F	G	
43	C2.3.1.3	jumlah material yang dikirim tidak tepat	0,1	0,2	0,4	0,4	0,05	0,2	0,1	0,1
44	C2.3.2	Adanya perubahan spesifikasi dan tipe material	0,1	0,2	0,4	0,1	0,05	0,2	0,2	0,2
45	C2.3.3	banyaknya kualitas material yg tidak sesuai standard	0,1	0,2	0,05	0,4	0,1	0,1	0,2	0,1
46	C2.4.1.1	Terlambatnya pengadaan alat kerja	0,1	0,4	0,2	0,1	0,05	0,1	0,2	0,1
47	C2.4.1.2	Bergantinya pemakaian alat kerja	0,1	0,4	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
48	C2.4.1.3	Mudah rusaknya peralatan yang digunakan	0,1	0,4	0,05	0,05	0,2	0,1	0,1	0,1
49	C2.4.2.1	Penggunaan alat pada pekerja yang bukan ahlinya	0,05	0,2	0,05	0,1	0,05	0,1	0,2	0,05
50	C2.4.2.2	Kurang produktif dan efisien dalam penggunaan alat	0,05	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
51	C2.5.1.1	Banyaknya keluhan mandor atau subkon terhadap tempat penyimpanan material yang sempit	0,1	0,05	0,05	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
52	C2.5.1.2	Banyaknya keluhan terhadap ruang kerja dan kesiapan lahan dilapangan	0,2	0,05	0,4	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2
53	C2.5.2.1	Seringnya komplain dan demo oleh warga sekitar proyek	0,1	0,1	0,4	0,2	0,4	0,2	0,4	0,4
54	C2.5.2.2	Banyaknya keluhan vendor material terhadap akses keluar masuk material	0,2	0,2	0,4	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2
55	C3.1.1	Kurangnya koordinasi antar staf dilapangan	0,1	0,1	0,2	0,8	0,4	0,2	0,1	0,1
56	C3.1.2	Kurangnya komunikasi kontraktor dengan konsultan dan owner	0,1	0,1	0,4	0,8	0,4	0,1	0,2	0,1
57	C3.2	Kesalahan pengarahan staff teknik dalam pekerjaan	0,1	0,05	0,2	0,8	0,4	0,1	0,2	0,1
58	C3.3	seringnya perubahan job description pada pelaksana dilapangan	0,1	0,2	0,2	0,2	0,4	0,1	0,1	0,1
59	D1	Intensitas cuaca atau tingginya curah hujan/panas	0,4	0,1	0,8	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
60	D2.1	kesulitan sosialisasi dan negosiasi amdal terhadap warga	0,1	0,1	0,8	0,1	0,2	0,05	0,2	0,1
61	D2.2	Terganggunya warga karena proyek terlalu berdekatan	0,2	0,2	0,8	0,8	0,4	0,1	0,4	0,2
62	D2.3	Banyaknya kerusakan pada bangunan warga sekitar	0,1	0,2	0,8	0,4	0,4	0,1	0,4	0,4

**Lampiran V : Rekapitulasi Hasil Kuisioner**

**REKAPITULASI HASIL PROBABILITAS PIVOTAL EVENT**

No	Pivotal Event	Probabilitas								Modus /100
		Kontraktor			Manajemen Konstruksi		Owner		Modus	
		A	B	C	D	E	F	G		
A	Owner									
1	Adanya keputusan-keputusan yang cepat teratasi									
	Yes	60	70	80	40	50	60	80	60	0,6
	No	40	30	20	60	50	40	20	40	0,4
2	Proses keuangan yang berjalan lancar									
	Yes	95	99	80	30	30	80	85	80	0,8
	No	5	1	20	70	70	20	15	20	0,2
3	Hubungan Komunikasi kepada pihak stakeholder project berjalan baik									
	Yes	80	80	85	70	40	80	70	80	0,8
	No	20	20	15	30	60	20	30	20	0,2
4	Tersedianya Kesiapan Lahan									
	Yes	50	90	90	70	90	60	80	90	0,9
	No	50	10	10	30	10	40	20	10	0,1
B	Manajemen Konstuksi/Konsultan Pengawas									
1	Pengawalan desain secara prosedural dan benar									
	Yes	80	80	85	40	75	60	85	80	0,8
	No	20	20	15	60	25	40	15	20	0,2
2	Sistem Kontrol terhadap waktu,biaya, dan kualitas berjalan dengan baik									
	Yes	85	90	90	80	75	80	80	80	0,8
	No	15	10	10	20	25	20	20	20	0,2

**Lampiran V : Rekapitulasi Hasil Kuisioner**

No	Pivotal Event	Probabilitas								
		Kontraktor			Manajemen Konstruksi		Owner		Modus	Modus /100
		A	B	C	D	E	F	G		
C	Kontraktor									
1	Adanya perencanaan serta pengontrolan yang terstruktur dan terevaluasi dengan baik									
	Yes	80	90	90	50	50	60	80	80	0,8
	No	20	10	10	50	50	40	20	20	0,2
2	Sistem produksi yang berjalan lancar									
	Yes	88	90	90	50	50	60	82	90	0,9
	No	12	10	10	50	50	40	18	10	0,1
3	Perbaikan sistem manajemen kontraktor									
	Yes	90	90	90	50	70	60	85	90	0,9
	No	10	10	10	50	30	40	15	10	0,1
D	Kondisi lingkungn dan sekitarnya									
1	Teratasinya permasalahan akibat dari kondisi lingkungan sekitar (demo warga)									
	Yes	88	90	90	60	70	60	85	90	0,9
	No	12	10	10	40	30	40	15	10	0,1

## Lampiran V : Rekapitulasi Hasil Kuisioner

### REKAPITULASI USULAN MITIGASI

#### A. Permasalahan Keterlambatan yang diakibatkan oleh owner

No	Responden	Skenario dampak dan usulan mitigasi keterlambatan
1	Project Manager (Kontraktor)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Keputusan yang lebih cepat akan lebih baik terkait waktu yang terus berjalan</li><li>- Cash flow proyek memegang peranan sangat penting dalam kelancaran proyek</li><li>- Diperlukan hubungan yang baik bagi semua pihak yang terkait</li><li>- Lahan yang luas memudahkan pengaturan material, dan lainnya</li></ul>
2	Project Engineer Manager (Kontraktor)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Perlunya komunikasi dan administrasi (Batas waktu) yang ditentukan bersama dan dituangkan dalam surat perjanjian</li><li>- Perlunya supporting dari owner, seperti pembiayaan yang lancar untuk menunjang cash flow proyek</li><li>- Menyiapkan lahan yang siap sebelum serah terima (tidak ada kendala gangguan sekitar)</li></ul>
3	Project Production Manager (Kontraktor)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Dengan mematangkan desain serta melakukan perubahan-perubahan yang mayor</li><li>- Mundurnya jadwal dikarenakan pembayaran akan menimbulkan tambahan biaya untuk perpanjangan waktu</li><li>- Perbedaan informasi menyebabkan perbedaan asumsi, yang mengakibatkan adanya waktu tambahan untuk sinkronisasi hal tersebut</li></ul>
4	Team Leader (Manajemen Konstruksi)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Kendala keputusan dapat menghambat progres</li><li>- Proses keuangan yang tidak lancar dapat memberhentikan vendor dalam melaksanakan pekerjaan dan pengiriman material</li><li>- Diperlukan peningkatan koordinasi</li><li>-</li></ul>

### Lampiran V : Rekapitulasi Hasil Kuisioner

No	Responden	Skenario dampak dan usulan mitigasi keterlambatan
5	Engineer Arsitek (Manajemen Konstruksi)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diperlukan support dari kantor pusat perihal pendanaan</li> <li>- Progres terlambat</li> <li>- Adanya optimasi dan perubahan spek material</li> </ul>
6	Project Manager (Owner)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Keterlambatan keputusan berpotensi keterlambatan pada pelaksanaan</li> <li>- Tidak lancar cash flow akan berakibat langsung terhadap keberlangsungan proyek</li> <li>- Komunikasi yang tidak lancar berpotensi proyek berjalan tidak lancar</li> <li>- Tidak siapan lahan akan sangat berpengaruh keterlambatan pekerjaan</li> </ul>
7	Construction Manager (Owner)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penambahan waktu akan berdampak pada penambahan biaya, seperti penambahan alat operasional kerja</li> <li>- Diperlukan mencari pendanaan dari bank maupun investor untuk menunjang cash flow perusahaan</li> <li>- Diperlukannya weekly/meeting koordinasi setiap 2 kali seminggu</li> </ul>

#### B. Permasalahan Keterlambatan yang diakibatkan oleh Manajemen Konstruksi

No	Responden	Skenario dampak dan usulan mitigasi keterlambatan
1	Project Manager (Kontraktor)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengawasan secara continue dapat mempercepat keputusan</li> <li>- Kontrol yang update dan rutin bisa meminimalkan penyimpangan</li> </ul>
2	Project Engineer Manager (Kontraktor)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perlu adanya monitoring secara administrasi secara terkontrol</li> <li>- Monitoring dijalankan dengan rutin</li> </ul>
3	Project Production Manager (Kontraktor)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengawasan desain yang sudah fix membuat kontraktor tinggal melakukan eksekusi di lapangan tanpa memperjelas terlebih dahulu</li> </ul>



### Lampiran V : Rekapitulasi Hasil Kuisioner

No	Responden	Skenario dampak dan usulan mitigasi keterlambatan
4	Team Leader (Manajemen Konstruksi)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengwalan yang kurang tepat dapat menyebabkan pekerjaan yang berulang/rework</li> </ul>
5	Engineer Arsitek (Manajemen Konstruksi)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adanya komunikasi yang baik dan pemecahan solusi yang benar</li> </ul>
6	Construction Manager (Owner)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Banyak pekerjaan terlambat akibat desain yang tidak akurat</li> <li>- Review gambar dari perencanaan secara matang dan harus di superinpose secara benar</li> </ul>

#### C. Permasalahan Keterlambatan yang diakibatkan oleh Kontraktor

No	Responden	Skenario dampak dan usulan mitigasi keterlambatan
1	Project Manager (Kontraktor)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perencanaan harus dijalankan dengan baik</li> <li>- Semua yang terkait di proyek bisa berjalan dengan tugas masing-masing terutama dibagian produksi</li> <li>- Suatu proyek harus mempunyai sistem perencanaan yang baik, metode yang baik dan harus didukung oleh SDM yang mumpuni</li> </ul>
2	Project Engineer Manager (Kontraktor)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Harus ada evaluasi dan kontrol pada action plan</li> <li>- Perlunya supporting : SDM, material, alat yang lancar</li> <li>- Supporting dari manajemen (procurement, engineering, dan production) yang berjalan baik</li> </ul>

### Lampiran V : Rekapitulasi Hasil Kuisioner

No	Responden	Skenario dampak dan usulan mitigasi keterlambatan
3	Project Production Manager (Kontraktor)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Semakin terperinci rencana pekerjaan maka semakin terlihat aspek-aspek yang menjadi penghambat, sehingga dapat diatasi lebih cepat</li> <li>- Perlu adanya supporting shop drawing yang sudah fix, serta terpenuhinya material untuk kelancaran di lapangan</li> </ul>
4	Team Leader (Manajemen Konstruksi)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planning dari manajemen harus tersistem dengan benar</li> <li>- Diperlukan kontrktor selalu memperhatikan isi notulen rapat, serta memperbaiki administrasi seperti ijin kerja dll</li> </ul>
5		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diperlukannya tenaga kerja yang berkualitas</li> <li>- Pekerjaan yang kurang kontrol dapat mengakibatkan pekerjaan repair</li> <li>- Diperlukannya penambahan tenaga kerja</li> <li>- Sistem pembayaran kepada tenaga kerja secara lancar</li> </ul>
6	Construction Manager (Owner)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penggunaan tools dan SDM yang tepat dan berpengalaman</li> <li>- Membuat sistem perencanaan dan schedule planning yang akurat di dalam book plan</li> <li>- Membuat book plan project dan menempatkan manager yang baik dan berpengalaman</li> </ul>

#### D. Permasalahan Keterlambatan yang diakibatkan oleh Kondisi Lingkungan

No	Responden	Skenario dampak dan usulan mitigasi keterlambatan
1	Project Manager (Kontraktor)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dampak lingkungan juga berpengaruh terhadap penyelesaian terhadap proyek sesuai dengan yang direncanakan</li> <li>- Faktor lingkungan tidak bisa dianggap remeh, harus bekerja sama mengkondisikan agar terjadi hubngan yang</li> </ul>

**Lampiran V : Rekapitulasi Hasil Kuisioner**

<b>No</b>	<b>Responden</b>	<b>Skenario dampak dan usulan mitigasi keterlambatan</b>
		baik antara pihak proyek dengan lingkungan (warga sekitar)
2		- Perlunya koordinasi dengan lingkungan dan perijinan setempat
3	Project Production Manager (Kontraktor)	- Gangguan external dapat mengakibatkan produktifitas pekerja kurang maksimal dalam melaksanakan pekerjaan
4	Team Leader (Manajemen Konstruksi)	- Mengakibatkan progress tidak sesuai dengan rencana/target penyelesaian
5	Engineer Arsitek (Manajemen Konstruksi)	- Mengganggu progres yang sedang berjalan
6	Construction Manager (Owner)	- Melakukan pendekatan kepada lingkungan sekitar